Die

Seen der deutschen Alpen.

Eine geographische Monographie.

Von

Dr. Alois Geistbeck.

Mit 128 Figuren, geologiſchen und geographiſchen Profilen, Tiefenſchichtenkarten und Diagrammen.

Separatabdruck aus den Mittheilungen des Vereins für Erdkunde in Leipzig 1884.

Leipzig.
Duncker & Humblot.
1885.

Erlangen

Die

Seen der deutschen Alpen.

Eine geographische Monographie.

Von

Dr. Alois Geistbeck.

Mit 128 Figuren, geologiſchen und geographiſchen Profilen, Tiefenſchichtenkarten und Diagrammen.

AGAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Separatabdruck aus den Mittheilungen des Vereins für Erdkunde in Leipzig 1884.

Leipzig.
Duncker & Humblot.
1885.

Druck von Alexander Wiede in Leipzig.

Erſter Theil der der philoſophiſchen Fakultät der königlichen Univerſität Erlangen zum Zwecke der Promotion vorgelegten Schrift.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545821_0051

Einleitung.

An dem erfreulichen Aufſchwunge, welchen in der jüngſten Zeit einzelne Zweige des weiten Gebietes der phyſiſchen Geographie erfahren, hat die Hydrologie zweifellos den geringſten Antheil genommen. Nur die Oceanographie verdankt den bewunderungswürdigen Forſchungsreſultaten der wiſſenſchaftlichen Expeditionen Englands, Deutſchlands und Amerikas im Laufe der ſiebziger Jahre ſeit Maurys bahnbrechenden Arbeiten einen vollſtändigen Umſchwung; dagegen gewähren die Fortſchritte in den Bereichen der Potamographie und Limnilogie ein ungleich weniger erfreuliches Bild.

Eine Vergleichung von H. Berghaus' Länder- und Völkerkunde, die bereits 1837 erſchienen iſt, mit den neueren zuſammenfaſſenden Werken über allgemeine Geographie erregt ſehr lebhaft die Ueberzeugung, daſs unſere Kenntniſſe von den Geſetzen und Naturcharakteren der Flüſſe — wenige rühmliche monographiſche Arbeiten, wie jene von *Humphreys and Abbot, Rep. on Miſſiſſippi River 1858* ausgenommen — nicht weſentlich gewachſen ſind, daſs namentlich noch die groſse Fülle der durch die amerikaniſchen und ruſſiſchen Expeditionen, ſowie die zahlreichen Fluſskorrektionen in allen Ländern gewonnenen Reſultate erſt der Verarbeitung harren.

Ergiebiger allerdings ſind die Quellen gefloſſen, welche in den letzten Jahrzehnten das geographiſche Material der limni-

logiſchen Litteratur zugeführt haben. Von der Schweiz, dem Mutterlande der modernen Geologie und der Stätte unvergleichlicher Alpenſeen, ſind die erſten Verſuche zur wiſſenſchaftlichen Betrachtung des Seephänomens ausgegangen, und ſeit de Saussure, dem Begründer einer wiſſenſchaftlichen Alpengeographie, haben die hervorragendſten Geologen und Geographen dieſes Landes ununterbrochen der Löſung dieſes ſchwierigen Problems ihr Augenmerk zugewendet. Freilich iſt dies, mit wenigen Ausnahmen, faſt ausſchlieſslich vom geologiſchen, nicht vom geographiſchen Geſichtspunkte aus geſchehen, und noch Rutimeyer muſste in ſeiner Schrift „Ueber Thal- und Seebildung", die in ſo hohem Maſse anregend und fördernd auf die wiſſenſchaftliche Unterſuchung der beiden Phänomene gewirkt hat, in Folge der Unzulänglichkeit der ſpecifiſch geographiſchen Materialien darauf verzichten, eine Reihe für das Verſtändniſs der Seenbildung hochbedeutſamer Momente in ſeine Unterſuchungen zu verflechten. Erſt durch Profeſſor A. Heims, Forels und Oberſt Siegfrids Arbeiten ſind die ſtörenden Lücken nach und nach zum gröſsten Theile ausgefüllt worden, wiewohl ſelbſt noch über einige groſse (Zuger und Brienzer See) und mehrere kleinere Vorlandſeen der Schweiz die limnigraphiſchen und ſpeciell limnimetriſchen Angaben noch recht beträchtlich differiren.

Das vollendetſte geographiſche Gemälde einer ganzen Seezone, bis ins kleinſte Detail mit muſterhafter Korrektheit uud Sorgfalt ausgeführt, verdanken wir dem hochverdienten Alpenforſcher Univerſitätsprofeſſor Dr. Simony in Wien, der ſeit mehr als dreiſsig Jahren mit unermüdlichem Eifer der Durchforſchung der öſterreichiſchen Alpenſeen, vorzüglich der Seen des Salzkammergutes, ſowohl nach ihren phyſikaliſchen wie topographiſchen Verhältniſſen obliegt. Er hat nicht nur die Maximaltiefen aller groſsen und vieler kleinen Seen endgiltig fixirt, ſondern auch auf Grund eines wohldurchdachten Syſtems von Lothungen Tiefenſchichtkarten der einzelnen Gewäſſer in Iſobathen von 10 zu 10 Metern entworfen und deren Richtigkeit wiederholt kontrollirt. Er hat zuerſt verſucht, eine gewiſſe

Geſetzmäſsigkeit im Verhalten der räumlichen Dimenſionen der Seen untereinander nachzuweiſen und genetiſch zu begründen, kurz in dem ſcheinbar chaotiſchen Durcheinander der empiriſtiſchen Stoffmaſſe eine ſtrenge Naturnothwendigkeit, eine allgemeine Geſetzgebung zu erkennen.

Leider waren bei dem Mangel jedwelcher zuverläſſiger Vergleichsmaterialien aus dem Gebiete der übrigen Seenzonen der Möglichkeit, umfaſſende allgemeine, die Entwickelungsgeſchichte der ſtehenden Alpengewäſſer beleuchtende Reſultate zu gewinnen, von ſelbſt enge Schranken gezogen. Bildete doch faſt die ganze mittlere Seenzone der Nordalpen zwiſchen Bodenſee und Salzach in Folge einer unbegreiflichen wiſſenſchaftlichen Vernachläſſigung eine ſo breite Lücke, daſs eine generelle geographiſche Würdigung des alpinen Seephänomens bisher geradezu unmöglich war. Zwar an einem bunten Vielerlei von gelegentlichen Beobachtungen und Notizen in Schilderungen, von hiſtoriſchen Daten, von naturgeſchichtlichen und phyſikaliſchen Studien über die ſüdbayeriſchen Seen fehlt es keineswegs; aber das vorhandene Material erweiſt ſich von höchſt ungleichem Werthe, vielfach als das Produkt einer tändelnden *amabilis scientia* oder des noch in aller Macht beſtehenden platten Empirismus, als eine chaotiſche Maſſe von Namen und Zahlen, von unzuverläſſigen Mittheilungen ohne inneren Zuſammenhang, ohne eine bindende Idee. Es iſt ein ödes Gebiet von traditionellen Irrthümern und Ungewiſsheiten, dem am wenigſten der Name einer Wiſſenſchaft beigelegt zu werden verdient. Noch fehlt unſerer heimathlichen Seenkunde der erſte und nothwendigſte, der brauchbare Stoff, aus dem ſie ſich entwickeln ſoll.

Dieſen zu liefern, eine eigentliche Limnigraphie des Gebietes zu ſchaffen, gröſstentheils durch Autopſie, zum geringeren Theile durch kritiſche Prüfung des bereits Gegebenen, um ein für allemal allen diesbezüglichen Unterſuchungen eine ſichere Baſis zu geben, muſste unſere erſte Aufgabe ſein. Dieſelbe iſt allerdings eine ſehr untergeordnete, aber ihre vollſtändige Löſung für die Möglichkeit einer wiſſenſchaftlichen Seenkunde ſo wenig

entbehrlich als *Linnés Species plantarum* für die Botanik. Die Meiſten haben ſich allerdings in ſtolzer Vornehmthuerei für zu gut zu dergleichen gehalten, oder es für werthlos erachtet und ihren Spekulationen dafür den freieſten Spielraum gewährt; die Geſchichte aber, oder beſſer die Natur, die hoch über allen Autoritäten ſteht, hat noch immer alle ohne Rückſicht auf die wirklichen Gegebenheiten konſtruirten Theoreme überwunden.

Eine limnilogiſche Stofflehre drängt aber von ſelbſt, ſofern ſie nicht im trivialſten Empirismus beharren will, zu einer ſyſtematiſchen Anordnung und Beherrſchung des Materials nach logiſchen Formen. In welcher Richtung nun dieſelben geſucht werden, das allein bedingt den Wert oder die Nutzloſigkeit aller einſchlägigen Verſuche. Zweifellos müſſen dieſelben nach heuriſtiſchen Maximen orientirt ſein, ſonſt verdienen ſie, als willkürliche Erfindungen verworfen zu werden. Nun hat ſich bislang die Thätigkeit der Geographen in Betreff der Seenkunde zum überwiegenden Theile auf die Klaſſifikation der ſtehenden Gewäſſer beſchränkt; von welchen nichtsſagenden Momenten man aber hierbei zumeiſt ausgegangen, beſtätigen die zahlreichen Eintheilungen der Seen nach ihrem äſthetiſchen Charakter, nach der Anzahl ihrer zuſtrömenden Gewäſſer u. a. Und ſagt ſelbſt Desors' noch allgemein gangbare Eintheilung in Comben-, Cluſen- und Muldenſeen etwas anderes, als daſs das Seebecken unterhalb des Waſſerniveaus dieſelbe Struktur beſitzt wie über demſelben?

Was hat ſchlieſslich die Wiſſenſchaft von der bloſsen Syſtematiſirung nach willkürlichen Principien gewonnen? Daſs wir zu keinem, wenn auch noch ſo geringen, aber geſicherten wiſſenſchaftlichen Beſitze gelangt ſind, daſs noch kein Fundament gelegt iſt, welches als unerſchütterliche Grundlage den allgemeinen Ausbau erlaubte, daſs vielmehr jede umfaſſendere neue Behandlung der alpinen Limnilogie nicht etwa zum alten geſicherten Schatze neue Edelſteine hinzufügt und ſo als fortbildend und fördernd erſcheint, ſondern bis auf die allererſten Grundlagen alles Alte über den Haufen wirft und alles wieder neu

aufbaut, fodafs wir in der That faft ebenfoviele Syfteme als Mitarbeiter an der Wiffenfchaft haben.

Unter diefen Umftänden fchien es unerläfslich, ausgehend von dem unmittelbar Gewiffen, den einzelnen Thatfachen, zunächft diefe rein und vollftändig auszufondern und nach ihrer inneren Verwandtfchaft anzuordnen, um dann die Gefetze, unter denen fie ftehen, möglichft klar heraustreten zu laffen. Diefe induktive und heuriftifche Methode mufs aber auch nothwendig die genetifche fein, denn in der gefetzmäfsigen Erfcheinung gewiffer geographifcher Elemente, der räumlichen Entfaltung des Seephänomens, feiner oroplaftifchen Verhältniffe, feiner Verbreitung und Vertheilung, der Infelbildung, der Konturen der Becken etc. fpricht fich bei einer generellen Würdigung der Thatfachen zweifellos auch die Entwickelungsgefchichte derfelben aus.

Die Darlegung der morphologifchen Beziehungen, welche die geographifche Seite des Seephänomens erkennen läfst, die Limnigenie des Gebietes, bildet die zweite Aufgabe diefer Abhandlung.

Hier berühren fich Geographie und Geologie unmittelbar, wie denn der in Betracht kommende Gegenftand eine Menge von Thatfachen des Schichtenbaues, der Schichtenftellung, der Formationslehre und Hydrographie vorausfetzt. Thatfächlich ift auch bis in die jüngfte Zeit herab die Frage der Seebildung faft ausfchliefslich den Geologen überlaffen geblieben, und alle Schwankungen erdgefchichtlicher Theorien fpiegeln fich deutlich genug in den jeweilgen Anfchauungen über die Entftehung der Seen. Zu einer einheitlichen Auffaffung des Seephänomens ift die Geologie bis heute noch nicht gelangt. „So lange es aber noch möglich ift — fagt Leopold v. Buch in feiner klaren und überzeugenden Weife — bei der Erklärung eines phyfifchen Phänomens gleichfam eine Wahl zwifchen mehreren Erklärungsarten zu geftatten, fehlt offenbar eine grofse Beobachtungsreihe in der Kenntnis diefes Phänomens, und wir können diefe Kenntnis nicht eher für vollftändig und erfchöpfend halten, als bis eine fortgefetzte Reihe von Thatfachen alle möglichen fremden Ur-

fachen ausfchliefst und nur eine zulafst, die dann nothwendig die wahre fein mufs."

Uns dünkt nach den bisherigen Erfahrungen, dafs das Problem der Seebildung vom einfeitig geologifchen Standpunkte überhaupt nicht endgiltig gelöft werden kann, fondern dafs damit die geographifche Betrachtung und vor Allem eine generelle Würdigung deffelben Hand in Hand gehen mufs, ein Gedanke, den zuerft Ramfay im Allgemeinen ausgefprochen und in jüngfter Zeit wieder Dr. A. Penck mit grofser Umficht und Entfchiedenheit verfochten hat. Theils mit Beziehung auf die angedeuteten Umftände, namentlich aber auf Grund umfaffender geologifcher Unterfuchungen hat Dr. Penck neuerdings den Gedanken einer glacialen Bildungsweife der Seen glänzend durchgeführt und den exakten Nachweis des erofiven Urfprungs der oberbayerifchen Seen erbracht.

Wenn ferners auch eine allgemein vergleichende Betrachtung der einzelnen limnilogifchen Elemente, wenn das gefammte geographifche Beobachtungsmaterial eine Gefetzmäfsigkeit lehrt, die mit Nothwendigkeit auf das gleiche Princip hindrängt, fo liegt darin doch offenbar ein mächtiger Hinweis auf die Berechtigung und Bedeutung der in Rede ftehenden Hypothefe.

Urfprünglich derfelben abgeneigt, indem einzelne Thatfachen ihr zu widerftreiten fchienen, blieben uns zahlreiche Beobachtungen unverftändlich und ohne grofsen Zufammenfchlufs, blieb faft die ganze geographifche Seite des Phänomens ein unlösbares Räthfel. Die Glacialtheorie aber läft Einheitlichkeit und Naturnothwendigkeit hervortreten, wo man fonft ein launenhaftes Spiel des Zufalls fehen oder eine künftliche Erklärung ausfinnen mufste. Das Bleiloth wird alsdann nicht blofs ein geographifches, fondern mehr noch ein geologifches Inftrument, ein Gradmeffer der das Seephänomen bedingenden Kraft, ein Werkzeug, um den erofiven Vorgang der Seebildung — denn nur von einem folchen kann bei unferen grofsen Vorlandfeen die Rede fein — in feine feinften Nüancen zu verfolgen. Schon durch ihre Einfachheit und Allgemeinheit befitzt die Glacialtheorie einen un-

geheuren Vorzug vor allen anderen Hypotheſen über Seebildung, und wenn auch noch mancherlei Fragen der Löſung harren, vor Allem die Erklärung des vielfach noch dunklen Eroſionsvorganges oder die Frage beſtimmter formulirt: Die Entſtehung der Grundmoräne, ſo kann dieſer Umſtand nur ein Antrieb ſein, durch Herbeiſchaffung neuer Thatſachen ſucceſſive alle möglichen fremden Urſachen auszuſchlieſsen, bis zuletzt nur mehr eine zuläſſig iſt, die dann nothwendig die wahre ſein muſs. Möge die vorliegende Arbeit als ſolch ein Verſuch, durch Eröffnung einiger — wie uns dünkt — nicht unwichtiger Thatſachen die Löſung eines der intereſſanteſten Probleme der phyſiſchen Erdkunde zu fördern, Würdigung finden.

Schlieſslich ſei es geſtattet, an dieſer Stelle nach allen Seiten den Dank für die Hilfe auszuſprechen, die mir bei dieſer Arbeit mit Rath und That geleiſtet wurde Die Direktionen des königlichen topographiſchen Bureaus, der königlichen Plankammer und des königlichen Kataſterbureaus haben mir in dankenswerther Weiſe ihre Kartenſammlungen zugänglich gemacht. Herr Dr. von Beetz, Profeſſor der Techniſchen Hochſchule dahier, und der inzwiſchen leider verſtorbene erſte Vorſtand der hieſigen geographiſchen Geſellſchaft, Herr Univerſitätsprofeſſor Dr. von Jolly, verpflichteten mich durch Ueberlaſſung phyſikaliſcher Inſtrumente, Herr Univerſitätsprofeſſor Dr. Simony in Wien durch ſchätzbare Rathſchläge für die Durchführung meiner Unterſuchungen, namentlich auch die bereitwillige Ueberlaſſung der bis jetzt noch nicht publicirten Tiefenſchichtkarte des Königsſees. Wie viele Aufklärungen und Mittheilungen ich dem regen Verkehr und den Exkurſionen mit Herrn Dr. Albrecht Penck, dann namentlich ſeinem rühmlichen Werke über „Die Vergletſcherung der Deutſchen Alpen“ ſchulde, zeigen die einzelnen Abſchnitte des Buches. — Nach ſeinen Erläuterungen gelegentlich einer geologiſchen Exkurſion iſt das inſtruktive Querprofil durch die Becken des Ammer- und Würmſees entworfen. Der innigſte Dank ſei aber meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Dr. Friedrich Ratzel, Profeſſor der

technifchen Hochfchule, ausgefprochen. Den lebhaften Anregungen feines Unterrichtes find die erften Anfätze zu diefer Arbeit entfprungen, unter feiner ermunternden Theilnahme wurde fie freudig gefördert und feiner Fürfprache verdanke ich das unvergleichliche Entgegenkommen des Herrn Univerfitätsprofeffors Dr. Freiherrn von Richthofen, deffen Bemühungen die Publikation in diefen Blättern ermöglichte.

München, am 21. Juni 1885.

Dr. A. Geistbeck.

I. Abſchnitt.

Die kleinen Hochgebirgsseen.

I. Ueber die Begriffe „Hochgebirgsſee“ und „Hochgebirgsweiher“. Bisherige Anſchauungen über die Verbreitung und Entſtehungsweiſe dieſer Seen.

Wenn man die umfangreiche Litteratur überblickt, welche die Bildung der Alpenſeen zum Gegenſtande ihrer wiſſenſchaftlichen Unterſuchung und Spekulation gemacht hat, ſo muſs die Wahrnehmung in hohem Grade überraſchen, daſs ſich dieſelbe faſt ausſchlieſslich auf das Bereich jener groſsen Seebecken koncentrirt, die wie ein ſchimmernder Kranz den Fuſs des herrlichſten Hochgebirges Europas umſchlingen und die Dank ihrer hohen landſchaftlichen Reize mit ſoviel Recht als der „höchſte Schmuck der Alpen“ geprieſen werden.

Aber mit der Erzeugung dieſer glänzenden Naturgebilde haben ſich die ſeebildenden Kräfte der Alpen noch keineswegs erſchöpft. Fernab von den breitgetretenen Touriſtenpfaden blitzt bald unter dunklem Tannengehölz der Thäler verborgen, bald in die öden Steinwüſten der Hochgebirgskare verſenkt, dem Wanderer ein kleiner, dunkelgrüner See, ein melancholiſches Bergauge entgegen, das in ſeiner Ruhe und Sanftheit einen wunderſamen Kontraſt zu dem wild übereinandergeworfenen Trümmer- und Blockwerk, das ihn umgürtet, bildet. Oft genug iſt von begeiſterten Naturfreunden der Zauber jener äſthetiſchen Reize geſchildert worden, welche dieſe menſchenfernen Bergſeen charakteriſiren; ihre wiſſenſchaftliche Seite aber — und dies gilt faſt ausnahmlos für das ganze Bereich der Kalk- wie Centralalpen — harrt erſt noch der Unterſuchung. Wiſſen wir doch nicht einmal über ihre äuſseren geographiſchen Verhältniſſe, ihre Häufigkeit, die Geſetze ihrer Verbreitung und ihre etwaigen Beziehungen zum Baue des Gebirges, das ſie erfüllen, etwas Zuverläſſiges. Ueber ihre Tiefen exiſtiren fabelhafte, übertriebene Meinungen, über ihre Entwickelungsgeſchichte hypothetiſche Annahmen.

Ja man könnte wohl gar die Frage aufwerfen, ob das Phänomen der kleinen Hochgebirgsſeen zum mindeſten in dem in Rede ſtehenden Gebiete der Kalkalpen überhaupt jene Allgemeinheit und Intenſität beſitze, um es vergleichend geographiſchen Studien unterwerfen zu können. Wenigſtens hat es nicht an Stimmen gefehlt, welche jenen Waſſeranſammlungen, in Anbetracht ihres allerdings oft ſehr unbedeutenden Areals, das Attribut „See“ ſtreitig zu machen geſonnen waren. So benützt Ule[1]) die wenigen dem gedachten Gegenſtande gewidmeten Zeilen zu der Bemerkung, daſs ſie eigentlich nur den Namen „Teiche“ verdienten, und O. Krümmel[2]) iſt in der jüngſten Zeit mit dem Vorſchlage hervorgetreten, jene Gewäſſer einfach als „Hochgebirgsweiher“ zu bezeichnen. Abgeſehen nun davon, daſs, wie uns dünkt, der geographiſchen Wiſſenſchaft durch die Einführung dieſer beiden Termini ein Dienſt kaum erwieſen werden dürfte, ſprechen Erwägungen geologiſcher wie entwickelungsgeſchichtlicher Natur entſchieden für Beibehaltung des Wortes „See“ auch für dieſe kleineren, aber nicht minder intereſſanten Erſcheinungen der ſtehenden Binnengewäſſer. Niemals darf das bloſs äuſserliche Moment der Gröſse ein maſsgebender Faktor bei der Klaſſifikation geographiſcher Gebilde ſein, die ja zweifellos in erſter Linie nach ihrem geſammten Naturcharakter und ihrer Geneſis gewürdigt ſein wollen.

Welche Gegenſätze zu einem künſtlich angelegten Teiche oder einem ſimplen Weiher des Flachlandes, deſſen Daſeinsräthſel durch den fallenden Regentropfen und eine undurchläſſige Bodenſchicht vollkommen befriedigend gelöſt wird, umſchlieſst ein Seebecken im Hochgebirge in Bezug auf ſeine Lage, Einbettung, Umgebung und Entſtehungsgeſchichte, ein Alpenſee, deſſen Aufſtauung nicht durch gewiſſe pathologiſche Erſcheinungen wie Schuttkegel, Bergſchlüpfe, Eiszungen, Sohlammſtröme und dergl. hervorgerufen worden, ſondern der eingeſenkt in das blanke Felsgeſtein der Gehänge nach allen Seiten von den an der Zuſammenſetzung des feſten Bodens betheiligten Geſteinsmaſſen umſchloſſen iſt, zu ſchweigen ganz von ihrem äſtthetiſchen Zauber, dem pſychologiſch Geheimniſsvollen, das dieſe felsumſtarrten Seen umſpielt.

Seit man erkannt hat, daſs das Seephänomen nicht als eine ſelbſtändige geographiſche Erſcheinung, ſondern nur in enger Beziehung zur Thalbildung und zu beſtimmten klimatologiſchen Schwankungen der Erde aufgefaſst werden kann, eine Erkenntniſs, die von England ausgegangen iſt, in deſſen zahlreichen Seen

[1]) *Reclus-Ule*, Die Erde. I. S. 340.

[2]) *O. Krümmel*, Verhandlungen des 2. Deutſchen Geographentages zu Halle. 1882. S. 92.

von Wales und Schottland unſeren Alpenſeen verwandte Formen gegeben ſind, war ein ungleich fruchtbarerer Punkt zur wiſſenſchaftlichen Förderung dieſer ſchwierigen Frage gefunden, als ihn die alte franzöſiſche Schule mit ihrer Kataklysmentheorie zu bieten vermochte. Von Ramsay[1]) und Tyndall[2]) angeregt, hat ſich bis in die Gegenwart herein eine lebhafte Kontroverſe über die Entſtehung der kleinen und groſsen Alpenſeen entſponnen, die zwar noch immer nicht zu einem endgiltigen Reſultate geführt, aber die Frage ihrer Löſung entſchieden nähergerückt hat.

Zwar die in der Geſchichte der Alpenforſchung anderweitig ſo bedeutungsvollen Monographien der wichtigſten Maſſive, der Ortler Alpen von J. Payer, der Zillerthaler Gruppe, des Hochſchwab, der Oetzthaler und Stubayer Gebirgsgruppe von Sonklar, der Algäuer Alpen, des Rhätikon, des Wetterſtein- und Mieminger Gebirges von Waltenberger bewegen ſich vorwiegend auf dem Gebiete der deſkriptiven Orographie und Orometrie, das Problem der Seenbildung liegt noch auſserhalb des Kreiſes ihrer Unterſuchung. Selbſt die zahlreichen geologiſchen Monographien alpiner Gebiete ſchenken dem erwähnten Phänomen nur ſehr untergeordnete Berückſichtigung und unter den geologiſchen Landesaufnahmen iſt es wieder nur das imponirende Werk von Gümbels über die bayeriſchen Alpen, das auch nach dieſer Richtung hin eine auſserordentliche Fülle von Material aufgeſpeichert hat.

Dagegen iſt in jüngſter Zeit dem Urſprunge dieſer Seen auf dem Wege der geographiſchen Vergleichung nachgegangen worden, und kein Geringerer als Oskar Peſchel[3]) hat dieſe Bahn zuerſt betreten. Er gelangte bei ſeinen Unterſuchungen zu dem Reſultate, daſs einerſeits das Alter der Gebirge, andererſeits die Menge der meteorologiſchen Niederſchläge von maſsgebender Bedeutung für das Vorhandenſein oder Fehlen der Gebirgsſeen ſei, daſs dieſe alſo zu den Jugendreizen der Gebirge gehören. Bei älteren Erhebungen ſeien die Becken durch die von den flieſsenden Gewäſſern hineingeſchwemmten Schutt- und Schlammmaſſen bereits ausgefüllt und zugeſchüttet. Allein Rudolf Credner[4]) hat mit Recht darauf hingewieſen, daſs auch die uralten nordiſchen Gebirgslandſchaften,

[1]) The Old Glaciers of North Wales in Ball: Peaks, Passes and Glaciers. 1859. S. 400. On the Glacial Origin of certain Lakes in Switzerland, the Black Forest, Great Britain, Sweden, North Amerika, and elsewhere. Quart. Journ. geol. Soc. London XVIII. 1862. S. 185.

[2]) On the Conformation of the Alps. Phil. Mag. IV. S. XXIV. 1862. S. 169. IV. S. XXVII. 1864. S. 255.

[3]) Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde. II. Auflage. S. 152.

[4]) Verhandlungen dss 2. deutſchen Geographentages. Halle 1882. S. 84.

das ſkandinaviſche Hochgebirge, die Gebirge Schottlands, Nordenglands und Irlands eine ſolche Fülle kleiner Hochſeen aufweiſen, wie ſie ſelbſt in den Alpen nicht getroffen wird, während jüngere Gebirge dieſes Schmuckes entbehren. Noch weniger aber wird man den Darlegungen Peſchels[1]) über die Entſtehung der Alpenſeen beipflichten können, mit denen er ſeine Abhandlung über „die Entwickelungsgeſchichte der ſtehenden Gewäſſer“ geſchloſſen hat. Begegnet uns ſchon in ſeinen Studien über Thalbildung eine auffallende Einſeitigkeit zu Ungunſten der Eroſionstheorie trotz der Arbeiten eines Powell, Dana, Lyell, Tyndall, Rütimeyer, ſo überraſcht uns hier die volle Hinneigung zur alten Spaltentheorie, die ſich in der Annahme der Desor'ſchen Klaſſifikation der Seen in Comben-, Mulden- und Cluſenſeen klar ausſpricht.

Aber auch der meteorologiſche Faktor und die damit in Zuſammenhang ſtehende erhöhte Eroſionsthätigkeit der fließenden Gewäſſer in den Gebirgsregionen, den O. Krümmel,[2]) zum Theil auf Peſchels Anſchauungen weiter bauend, für die Verbreitung der Seen in Betracht zieht, reicht nicht hin, dieſelbe befriedigend zu erklären. Vielmehr findet ſich nach Credners[3]) Ausführungen beiſpielsweiſe in den Cordilleren der größte Seenreichthum gerade da, wo die regenärmeren ſubtropiſchen Gebiete enden und die reichbenetzten Gebirgsregionen Süd-Chiles und Patagoniens einerſeits und Kolumbias andererſeits beginnen.

Ob nun für die Frage nach der Entſtehung der Hochgebirgsſeen und nach der Urſache ihrer ungleichmäſsigen Vertheilung die Anſicht, welche Charles Lyell[4]) zuerſt im Gegenſatze zu Ramsays Glacialtheorie ausgeſprochen hat, wornach die Seebecken ihr Daſein der Abriegelung gewiſſer Thalpartien durch Emporhebung von unteren Thalſtücken oder durch Niederſinken oberer Thalabſchnitte oder durch beide Vorgänge zugleich verdanken, den löſenden Punkt bildet, möge ſich aus dem Verlaufe unſerer Auseinanderſetzungen ergeben. Eine weſentliche Unterſtützung hat dieſe Anſchauung durch Rütimeyers vielberufene Schrift über Thal- und Seebildung und durch A. Heims umfaſſende Arbeiten erhalten und unter den jüngſten Stimmen ſprechen ſich auch Ed. v. Mojsisovics[5]) und Rud. Credner[6]) hierfür aus. J. Partſch dagegen hat in ſeiner trefflichen Abhandlung über die Gletſcher der Vorzeit in den Karpathen und

[1]) A. a. O. S. 179.
[2]) Verhandlungen des 2. deutſchen Geographentages. 1882. S. 84.
[3]) A. a. O. S. 87.
[4]) Antiquity of Man. London 1863. S. 311 ff.
[5]) Zur Geologie der Karſterſcheinungen. Zeitſchr. des deutſchen und öſterreichiſchen Alpenvereins. 1880. XI. S. 114.
[6]) A. a. O. S. 91.

den Mittelgebirgen Deutſchlands und wiederholt auf dem dritten deutſchen Geographentage zu München den engen Zuſammenhang in der Verbreitung der Hochſeen und der Schneegrenze während der Eiszeit betont und die Möglichkeit einer Eroſion durch Gletſcher zugegeben, eine Anſchauung, die in der jüngſten Zeit in Dr. Albrecht Penck[1]) ihre umfaſſendſte und energiſchſte Vertretung gefunden hat.

Bei einer ſolchen Fülle widerſtreitender Meinungen, wo die bedeutendſten Autoritäten der Geologie und Geographie ſich diametral gegenüberſtehen, kann das Ziel aller hierauf bezüglichen Arbeiten nur das eine ſein, die gegebenen Thatſachen ſich möglichſt klar ausſprechen zu laſſen und neue Beobachtungsmaterialien zu ſammeln, aus deren Kombination ſich zuletzt von ſelbſt eine beſtimmte entwickelungsgeſchichtliche Anſchauung ergeben wird.

Verſuchen wir daher zuerſt in wenigen Umriſſen eine Skizze der geologiſchen und geotektoniſchen Verhältniſſe der Hochſeenregion zwiſchen Rhein und Salzach zu zeichnen, die geeignet erſcheint, die oft betonten Beziehungen, welche zwiſchen der allgemeinen Phyſiognomie eines Gebirges und ſeiner Veranlagung zur Seebildung vermuthet werden, klarzulegen.

II. Das geologiſche Material im Allgemeinen und der tektoniſche Grundzug des Gebietes.[2])

Das ſeenreiche Hochgebirge, welches ſich zwiſchen dem Querthale des Rheins von Chur bis Bregenz und jenem der Salzach an der bayeriſch-öſterreichiſchen Grenze ausdehnt, gehört ſeinem geologiſchen Aufbaue nach jener breiten, dem kryſtalliniſchen Zuge der Centralalpen parallelen Zone triaſſiſcher, juraſſiſcher und kretaceiſcher Gebilde an, die im Norden von der Linie Dreiſchweſternberg im Lichtenſteiniſchen, Sonthofen, Füſſen, Eſchenlohe, Länggries, Tegernſee, Nuſsdorf und Inzell, im Süden durch die groſsen Faltenthäler des Inn und der Salzach begrenzt wird und erſt im Wiener Becken abbricht. Schon ein vergleichender Blick auf die Flächenausbreitung der geologiſchen Formationen dieſes an 250 Kilometer langen Zuges läſst die charakteriſtiſchſte geologiſche Thatſache dieſes Hoch-

---

[1]) Die Vergletſcherung der deutſchen Alpen. 1882.

[2]) *C. W. Gümbel,* Geognoſtiſche Beſchreibung des bayer. Alpengebirges und Alpenvorlandes. 1861. *F. v. Richthofen,* Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanſtalt. 1857. *E. v. Mojsisovics,* Beiträge zur topiſchen Geologie der Alpen. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanſtalt. 1871. 1873. *A. Pichler,* Zur Geognoſie der nordöſtlichen Kalkalpen. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanſtalt. 1856. *H. v. Barth,* Aus den nördlichen Kalkalpen. 1874.

gebirgskomplexes, die ihren greifbaren Ausdruck in der Oberflächengeſtaltung deſſelben findet, deutlich hervortreten. Es iſt dies die auffallend ſtarke Entwickelung des Rhätiſchen in der Form des Wetterſtein- oder Hallſtätter Kalkes und der Trias in Form des Hauptdolomites im mittleren Theile, den bayeriſchen Alpen, dann des Dachſteinkalkes an der öſtlichen und des Lias an der weſtlichen Flanke der centralen Region. Hierbei bekundet ſich das merkwürdige Geſetz, daſs die Intenſität der tektoniſchen Störungen in dem Maſse wächſt, als man von Oſten gegen Weſten vorſchreitet, und daſs mit dieſen drei groſsen, ſcharf markirten geologiſchen Regionen zugleich drei tektoniſche Bezirke zuſammenfallen, welche der üblichen geographiſchen Scheidung in die Salzburger, Bayeriſchen und Algäuer Alpen eine tiefere Begründung verleihen. Wie verſchiedenartig ſich dieſe drei Zonen in Bezug auf die Entwickelung des Seephänomens verhalten, möge nun eine ſpeciellere Betrachtung derſelben lehren.

Die Salzburger Alpen.

Im Königsſeer und Salzburger Kalkhochgebirge und weiterhin noch in den ſteieriſchen und öſterreichiſchen Alpen iſt der Bau des Gebirges verhältniſsmäſsig einfach. Die Schichtenneigung iſt gering, die Faltung ſchwach, die horizontale Gliederung durch gewaltige, bis an die Baſis niederreichende Klüfte beſtimmt. Ausgedehnte Plateaubildung, die als der geographiſche Ausdruck gewiſſer geognoſtiſcher Umbildungen des geologiſchen Materials erſcheint, indem nämlich an die Stelle der weſtlich vorherrſchenden Plattenkalke die weiſsen, immer mächtiger anwachſenden Dolomitkalke treten und in Verbindung mit dem Dachſteinkalke zu koloſſalen Maſſen verſchmelzen, bildet das hervorſtechendſte Kriterium dieſes ganzen Gebietes, das in den gleichen Hauptmerkmalen, nur in allmählich ſich verringernden Dimenſionen, weit über die Enns hinübereicht, um endlich an den Ufern der Donau bei Wien ihr Ende zu finden. Schon mit dem Durchbruche des Inn durch die Kalkalpen hebt bereits eine merkliche Aenderung der allgemeinen Schichtenſtruktur an, die ihren Einfluſs unverkennbar auf die äuſseren Terrainverhältniſſe und Bergformen ausübt, welche jetzt von der langgeſtreckten, rein gewölbeartigen Geſtaltung in die quadratiſche und cubiſche überzugehen beginnt, wie ſie ſich augenfällig im Rieſenkopfe und Heuberge ausſpricht, ein Vorſpiel der im Königsſeegebiete herrſchenden Plateaubildung. Bis zur Saalach hin erſtreckt ſich dieſes eigenthümliche Uebergangsland, eine Miſchung weſtlicher und öſtlicher Bodengeſtaltungen. So läſst ſich beiſpielsweiſe an den älteren Wetterſteinkalken des Rauſchenberg und Hohenſtaufen noch die lang-

gezogene Rückenform erkennen, ja in der Kaiſergruppe prägt ſich, wie zu einem würdigen Abſchluſſe der centralen Kalkkettenregion, die ganze Groſsartigkeit und Kühnheit nordalpiner Gipfelbauten aus; aber ſchon hart daneben nimmt die Auflöſung des Gebirges in einzelne Stöcke von quadratiſchen und rautenförmigen Umriſſen ihren Anfang, indem die iſolirte Maſſe des Untersberg, dann das Fell-, Sonntags- und Wildalphorn, des Rienberg etc. durch ihre flachrückige Erhebung eine Uebergangsform zu den Gehängen der Kammerkargruppe und den Loferer Steinbergen mit ihren ausgezeichneten Hochplateaus und den kahlen, vorherrſchend kubiſch geformten Gipfeln darſtellt.

Die Querfurche der Saalach bezeichnet ſcharf die wichtige orographiſche Grenzlinie gegen Oſten, jenſeits welcher die ungeheuren Felsplateaus des Reutalp- und Lattengebirges, des Hundstod und Steinernen Meeres, des Watzmann und Hohen Göhl, des Hagen-, Tännen-, Dachſtein- und Todten Gebirges im Salzburgiſchen und Steiermärkiſchen ſich aufthürmen, in deren impoſanten Formen und Dimenſionen der ganze oſtalpine Gebirgsbau ſich darſtellt.

Die Mittelzone der deutschen Kalkalpen.

Wenn ſich für die Alpenregion jenſeits der Salzach der plateauförmige Aufbau der Gebirgsglieder als ſchärfſtes Charakteriſtikum erweiſt, ſo kommt in der langgezogenen Lias-Triaszone zwiſchen Saalach und Loiſach der Parallelismus der Gebirgsketten in einer Vollendung zum Ausdruck, die unwillkürlich an die verwandten typiſchen Formen des Schweizer Jura erinnert.

Zwar fehlt in dieſem weiten Rahmen Plateaubildung nicht gerade vollkommen; erinnert doch die Hochfläche der Rofangruppe im Oſten des Achenſees durch ihre von Karren und karſtartigen Eintiefungen zerriſſenen Felsflächen mehr an die Kalkhochplateaus Salzburgs als an den leichten Wellenbau der Nordtyroler Alpen. Und ſelbſt die gewaltigſte Höhenmarke Deutſchlands, die Zugſpitze, ſtellt als Knoten- und Endpunkt der oſtweſtlichen Kettenſtruktur einen Hochplateauſtock dar, in welchem der Wetterſtein- und Reinthaler Kamm zu einem ungeheuren Klumpen verſchmelzen. Aber abgeſehen von dieſen immer nur vereinzelten Erſcheinungen, ſetzt ſich das Syſtem der bayeriſchen und Nordtyroler Kalkalpen aus ſcharf gegliederten, mauerartig aufgebauten Gebirgsketten zuſammen, die in ihrer Haupterſtreckung eine oſtweſtliche Richtung einhalten und einen überraſchenden Parallelismus der Streichungslinie zeigen.

In geradezu idealer Ausprägung ſtellt ſich dieſer Gebirgsbau

im Quellgebiete der Iſar, im Karwendelgebirge, dar, unter dem wir im weiteren Sinne das groſse, faſt rechtwinklige Hochgebirgsgebiet verſtehen, das durch den Achenſee und deſſen Abfluſs, die Walchen, den Inn und die Iſar umſchloſſen wird. Nicht weniger als ſechs mächtige Hochgebirgskämme von 2300—2700 m ziehen ſich zum Theil 50—60 km lang direkt oſtweſtlich hin, greifen mit ihren Seitenäſten gitterartig ineinander, behalten aber trotz allem Wechſel im Kleinen ihren Parallelismus, der durch alle Formationen geht, bei. Es ſind dies die Doppelkette der Soiern-Scharfreiter-, Demel-Juifenmaſſive, die Karwendelkette im engeren Sinne, die Hinterauthaler-, Gleierſch- und Nordinnthaler Kette. Bis zur Querfurche der Riſs iſt der merkwürdige Parallelismus dieſes Gebirgsſyſtems vollkommen ungeſtört; oſtwärts derſelben aber tritt noch eine zweite Hebungsrichtung hinzu, um mehr nordſüdlich ſtreichende Wellen hervorzubringen, deren Interferenz mit der erſtgenannten Richtung einen komplicirteren Gebirgsbau bedingt.

Aehnliche orographiſche Verhältniſſe wie das Karwendelgebirge beſitzen auch die Wetterſtein- und Mieminger Kette; aber in ihren Aufbau ſind zugleich mächtige Hochebenen eingegangen, die ihnen entweder vorgelagert oder zwiſchen ihre Glieder eingeſchoben ſind. So breitet ſich vor dem Wetterſteingebirge ein ausgedehntes, ſchwach gewelltes Plateau vom Mittenwald bis zum Eibſee aus, deſſen mittlere Höhe 900—1000 m beträgt und das reichlich mit Glacialſchutt übergoſſen iſt, wodurch die Neigung deſſelben zur Seebildung noch erheblich verſtärkt wird. In gleicher Weiſe ſchiebt ſich zwiſchen das Mieminger und Karwendelgebirge als Grenzgebiet das Plateau von Seefeld, 1100 m hoch, ehedem die Thalſohle des Iſargletſchers, deſſen Moränenreſte hier in ſolcher Menge aufgehäuft ſind, daſs man ſich in ein Hochthal der Centralalpen verſetzt wähnt. Auch hier wirkten die Moränen als Stauwälle ſeebildend auf die hier zuſammenrinnenden Gewäſſer; doch hat der Drahbach, ein Quellarm der Iſar, der ſich bei Scharnitz mit dem Gleierſch- und Lafatſcherbach (Iſar) vereinigt, das einſtmals viel ausgedehntere Becken von Seefeld nun gröſstentheils entwäſſert.

Die Hochſeen dieſer Region ſind mehrfach ausgezeichnete Kar- oder Keſſelſeen und das gleiche gilt auch von den noch in Kürze zu ſkizzirenden Algäuer Alpen.

Die Algäuer Alpen.

Wir faſſen unter dieſen Begriff den groſsen Gebirgskomplex zuſammen, welcher weſtlich vom Rheinthale, ſüdlich von der Längsfurche Ill-Arlberg-Stanzerthal-Inn und öſtlich vom Loiſach und Gurglthal ſcharf umgrenzt wird, und als deſſen geographiſcher Mittelpunkt das Plateau von Krumbach zu betrachten iſt. Jen-

ſeits des oberen Loiſachthales, dem als Grenzmarke zweier geographiſch und geologiſch ſehr verſchiedenartiger Gebiete eine ebenſo groſse Bedeutung als dem Saalachthale im Oſten beizumeſſen iſt, beginnt ein neuer, durchaus eigenartiger Abſchnitt unſerer Alpen. Das Syſtem paralleler oſtweſtlicher Gebirgsgliederung, das in der mittleren Kalkzone genau mit der dominirenden Stellung zuſammenfällt, welche der Wetterſteinkalk mit dem Hauptdolomite gewinnt, bricht hier ab, und es gewinnen weſtwärts die Flyſchformation mit dem Jura und namentlich der Algäuer Lias die Oberhand. Mit dem Wechſel des Geſteinmaterials wachſen die Störungen des Schichtenbaues, im nordöſtlichen Tirol und in Vorarlberg erſcheinen Ueberſchiebungen bereits häufiger als einfache Wellen, und wenn auch im Allgemeinen die Südweſt-Nordoſtrichtung der Ketten überwiegt, ſo finden ſich doch häufig auch nordſüdliche Streichungslinien, ſelbſt radiale Gruppirungen fehlen nicht. Ihren Höhepunkt erreicht die Intenſität der Faltung und Preſſung freilich erſt jenſeis des Rheins, in der Schweiz, wo in flach zuſammengedrückten Falten die Schichtenſyſteme häufig über ſich ſelbſt in Geſtalt eines C zuſammengekippt ſind, ſo daſs alſo dieſelben Schichtenfolgen zweimal hintereinander erſcheinen.

Irregularität der Kettengliederung und des Schichtenbaues kann demnach als hervorſtechendſtes Kriterium des dritten tektoniſchen Bezirkes bezeichnet werden.

Die zwiſchen Iller und Lech gelegenen Algäuer Alpen zeigen wenigſtens noch inſofern eine gewiſſe Regelmäſsigkeit der Anordnung, als von dem mächtigen, die Waſſerſcheide zwiſchen den beiden genannten Flüſſen bildenden Hauptzuge zu beiden Seiten längere und kürzere Querketten ausgehen; dagegen überwiegt in den weſtlichen Dolomitketten eine ſchwer zu überſehende Menge von Abzweigungen, von kurzen Gebirgsäſten mit den verſchiedenſten Streichungslinien, was ſich denn auch auf unangenehme Weiſe in dem Mangel allgemein gangbarer zuſammenfaſſender Bezeichnungen fühlbar macht.

Ueber die Beziehungen zwischen dem Gebirgsbau und der Verbreitung der Seen.

Welche Relation läſst ſich nun zwiſchen dem Gebirgsbaue der eben in Kürze ſkizzirten Alpenregionen und der Verbreitung des Seephänomens erkennen? Oft und nachdrücklich iſt die Abhängigkeit derſelben von der Bodengeſtaltung hervorgehoben und namentlich auf die vorzügliche Beanlagung plateauförmiger Erhebungen hierfür hingewieſen worden, und es ſcheint bei einer Betrachtung der Karte allerdings, als ob dieſe Thatſache auch innerhalb einzelner Regionen des Alpengebietes faſt mit einer

Art Geſetzmäſsigkeit ſich wiederhole. „In den Alpen — ſagt Rütimeyer[1]) — nimmt ihre Zahl augenfällig in gleichem Maſse zu, je mehr wir uns Mittelpunkten oder vielmehr Punkten gröſster Maſſenerhebung und Zuſammendrängung derſelben nähern und ohne Zweifel erreichen ſie ihr Maximum an Zahl auf gleichem Raum in dem Gebiet des St. Gotthardt, wo faſt kein Thal und kein Joch derſelben entbehrt.“

Aber auch anderwärts, ſo z. B. auf dem Maſſive des Monte Roſa und zu beiden Seiten der Brennerſcheide iſt ihre Anzahl nicht viel geringer. Dort zählt man nicht weniger als 24 ſolch kleiner Becken,[2]) und im ganzen Stocke des Oetzthaler und Stubaier Maſſivs mag ſich ihre Anzahl reichlich auf 100 belaufen, die alle ſehr verſchiedenartige Verhältniſſe hinſichtlich ihrer Gröſse, Höhenlage und Umgebung zeigen. Weiter oſtwärts fortſchreitend treffen wir dann in dem engen Rahmen der Zillerthaler Alpen wieder etwa 20 ſolcher Exemplare, 6 allein auf dem Pfitſcherjoch, das aus dem Zemmgrund in das Eiſackthal nach Sterzing führt, in den Hohen Tauern dann etwa 40 und im übrigen Theile der Oſtalpen, wo die groſsen Seen immer mehr zurücktreten, bilden ſie faſt ausſchlieſslich die Form der ſtehenden Gewäſſer.

Welch ſcharfen Gegenſatz zu dieſen breiten, ſtockartigen Maſſen bildet die faſt ſkeletirte Dolomitenwelt Südtirols, in deren Gebiet Dank der ſtarken Niederſchläge und der hochgradigen Verwitterung des Geſteinsmaterials der urſprünglich maſſige Bau vollkommen zerſtört iſt, wo die thalbildenden und erodirenden Elemente ungleich intenſiver wirken als in den nördlichen Kalkalpen! Wir finden es begreiflich, wenn ein ſolch ſchlanker Kettenbau der auf breitere Bodenflächen angewieſenen Seebildung ſich wenig günſtig erweiſt und in der That erfüllen auch den weiten Rahmen zwiſchen dem Etſch- und Puſterthal kaum mehr als 20 gröſsere und kleinere Hochſeen.

Wenn nun, wie es hiernach ſcheint, wirklich eine allgemeine Geſetzmäſsigkeit in dem Verhalten der Seenhäufigkeit zum Baue des Gebirges beſteht, ſo muſs ſich dies auch entſchieden bei einer Vergleichung des in Rede ſtehenden Gebietes mit den bayeriſchen Alpen, die durch ihre mehr kettenförmige Gliederung einen ſcharfen Gegenſatz zu den Salzburger Alpen bilden, vollauf beſtätigen. Durch ihren geſchloſſenen Aufbau, den Mangel eines beträchtlichen Gefälls der Plateauflächen und die hieraus folgende höchſt unvollkommene Eroſion, die von keiner einzigen gröſseren Fluſsader zuſammengefaſst wird, ſondern in endloſen

[1]) Ueber Thal- und Seebildung. 1874. S. 67.
[2]) H. u. A. Schlagintweit, Atlas zur phyſ. Geogr. u. Geologie der Alpen. 1850.

Karrenbildungen ſich erſchöpft, erweiſen ſie ſich vorzüglich beanlagt zur Anſammlung ſtehender Gewäſſer. Und dies an ſich ſchon begünſtigende Moment wird noch weſentlich verſtärkt durch die zahlreichen, den Plateaus in allen Richtungen aufgeſetzten Höhenrücken, welche allenthalben die Bildung geſchloſſener Becken hervorrufen. Das Steinerne Meer im Süden des Königsſees, ein wirres Gewoge zahlloſer Hügelwellen, dann die Plateaus am Oſtufer des genannten Sees bergen eine Menge flacher Einſenkungen.

Aber die vermuthete Seenhäufigkeit tritt, wenn auch nicht gegen die bayeriſchen, ſo doch ganz entſchieden hinter die ebenfalls kettenförmig gegliederten Algäuer Alpen zurück. Wir finden nämlich auf dem öſtlichen Hochrand des Königsſeer Gebietes nur 5 ſehr kleine Seebecken, den nördlichen Anſtieg zum Steinernen Meere ſchmücken 3, den weſtlichen Flügel gar nur 2.[1]) Demgemäſs entfällt hier auf etwa 55 qkm, im Algäu aber ſchon auf 43 qkm, im mittleren Alpengebiet auf 76 qkm ein Hochgebirgsſee.

Und lenken wir unſeren Blick auf die Seendichtigkeit anderer Hochgebirge, ſoweit uns dieſelben bis heute bekannt ſind, ſo beſtätigt ſich auch hier die Unabhängigkeit des Seephänomens vom Gebirgsbau. Zeichnen ſich doch die ſchmalen Kämme der Sierra Nevada in Nordamerika wie die typiſchen Ketten der Pyrenäen, die man bis in die jüngſte Zeit herab für ſeenlos gehalten, thatſächlich durch einen bemerkenswerthen Reichthum oft landſchaftlich groſsartig angelegter Hochſeen aus, gleich den ſo reich bewäſſerten Plateaus Skandinaviens.

Andererſeits wieder darf man nur auf unſere nächſte Umgebung, auf die ganz ſeenloſe Nordhälfte der bayeriſch-ſchwäbiſchen Hochfläche und auf zahlreiche Plateauformen der deutſchen Mittelgebirge hinweiſen, die gleichfalls dieſes landſchaftlichen Reizes entbehren, um zu erkennen, daſs Plateaubildung an ſich nichts mit Seebildung zu thun hat. Nur dort, wo auf ſanftgeneigten Flächen der Schutt ſtauende Wälle bildet, können Waſſeranſammlungen erzeugt werden, die allerdings meiſt ſehr flach ſind, wie z. B. jene in den weſtlichen Regionen der Pampas, wo in Folge der nahezu horizontalen oder muldenartigen Bodenfläche das Waſſer nicht zum Meere abzufliefsen vermag und ſich in Lachen und Seen aufſtaut. Ganz unbegreiflich aber muſs das entwickelungsgeſchichtliche Verhältnis jener Seen zu den Plateaus bleiben, die oft Hunderte von Metern tief in horizontal gelagerte Schichten verſenkt ſind, wie die groſsen Seen Südbayerns, Nordamerikas und anderer Gebiete.

[1]) S. S. 258 flg.

Beziehungen des Seephänomens zu bestimmten geologischen Formationen.

Wenn nun die geographiſche Geſtaltung des Terrains nicht den Schlüſſel an die Hand giebt, die eigenartigen Verbreitungsverhältniſſe der Hochſeen zu verſtehen, ſo erſcheint dagegen unter gewiſſen Umſtänden der geognoſtiſche Charakter eines Gebietes von ausſchlaggebender Bedeutung für ſein Verhalten hinſichtlich der Seebildung zu ſein. Setzt ſich nämlich das Gebirge aus einem im Waſſer relativ leicht löslichen Geſtein, wie z. B. aus reinem Kalk, der überdies ſehr zur Zerklüftung neigt, zuſammen, ſo wird ſich das Waſſer durch chemiſche und mechaniſche Eroſion vielfach, wenn nicht vorwiegend unterirdiſche Abflußwege ſuchen[1]) wie in den großen Plateaus, die den Königsſee im Süden und Oſten umwallen. In großartigſter Weiſe manifeſtirt ſich hier der Verkarſtungsprozeß in der Durchlöcherung der Formationen, in unterirdiſchen Flußläufen und den durch letztere in Folge chemiſcher und mechaniſcher Eroſion bewirkten partiellen Einſtürzen, den ſogenannten Karſttrichtern und den die Stelle normaler Thalbildung einnehmenden trogförmigen Becken (Poljes), und es begreift ſich leicht die im höchſten Grade ungünſtige Dispoſition einer derartigen Landſchaft für Seenbildung. Nichts kann hierüber beſſer belehren, als eine Wanderung durch die öden, vegetationsarmen Hochplateaus des Hagengebirges und Steinernen Meeres. Hunderte durch „ſubterrane Eroſion“ und Auswitterung geſchaffene Dollinen durchſetzen das weite Gebiet, aber nur ein paar kleine Keſſel vermögen ihre Waſſeranſammlungen dauernd zu erhalten.

Blicken wir dann auf die verwandten Plateaubildungen der öſterreichiſchen Alpen, das Dachſtein-, Tännen- und Todtengebirge, in deren oroplaſtiſchen Formen der Proceß der Verkarſtung, wie Profeſſors Simony[2]) in einer Reihe von Abhandlungen gezeigt hat, auf gleich typiſche Weiſe in Erſcheinung tritt, ſo überraſcht uns auch dort dieſelbe Armuth an Seen, dieſelbe geringe Befähigung des Kalkes, Waſſeranſammlungen dauernd zu erhalten. Nur zwei kleine Becken ſchmücken die Kalkwüſten des Dachſteinfeldes, ſie finden ſich an den öſtlichen Abhängen des Gjaidſteins.

Auch in den übrigen Regionen der deutſchen Kalkalpen, namentlich in den bayeriſchen Alpen im engeren Sinne zwiſchen Saalach und Loiſach, ſpricht ſich der hemmende Einfluß der Verkarſtung auf die Entwickelung des Seephänomens deutlich

[1]) *Ed. v. Mojsisovics*, Zur Geologie der Karſterſcheinungen. Zeitſchrift des deutſchen und öſterreichiſchen Alpenvereins. 1880. S. 113. *Lietze*, Ueber das Karſtphänomen. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanſtalt. XXIII. S. 48. XXX. S. 733.

[2]) Ueber die Höhlenbildungen in den geſchichteten Kalken ſowie über Karſtbildung. *Haidinger's* Mittheilungen. 1847. I. S. 56.

in der geringeren Dichtigkeit der Seen aus, während die Liaskalke des Algäus in gleichem Maſse ſich der Seenerhaltung förderlich erwieſen haben. Die Poroſität des „blatternſteppigen", von zahlloſen Karren zerfreſſenen Kalkes iſt überall der gröſste Feind der Seebildung.

Hochseen, entstanden durch Kombination von Karst und Glacialbildung.

Auf dem nördlichen Anſtieg zum Steinernen Meere finden wir in den etappenförmig übereinandergelagerten, trogförmigen, den Poljes des Karſtes zu vergleichenden Becken der Entwickelung des Seephänomens günſtigere Punkte. Dort liegen nämlich die an Gröſse und Tiefe nicht unbeträchtlichen Becken des Grünſees (1373 m) und Funtenſees (1843 m), erſteres von einem groſsartigen Cirkus umrahmt, deſſen Höhe in den Spitzen der Funtenſeetauern (2363 m), des Todten Weibes (2232 m), des Viehkogels (2160 m) und Graskogels (2519 m) kulminiren, letzteres etwas tiefer in einer ähnlichen geographiſchen Situation. Für die Herausbildung dieſer Seen ſcheint vorzüglich der Umſtand maſsgebend geweſen zu ſein, daſs ihre Beckenräume in alten Gletſcherbetten liegen, die durch Schliffe und Moränen deutlich angezeigt werden. Entfaltet ſich doch noch heute in unmittelbarer Nähe unter den Steilgehängen des Hochkönig (2938 m) und Hochſeiler (2781 m) das anſehnliche Schnee- und und Gletſcherfeld der Uebergoſſenen Alp (2600 m), und es iſt nicht zu bezweifeln, daſs auch die Plateauflächen unterhalb des Ponecks (2614 m) und der Schönfeldſpitze (2651 m) in der Glacialepoche mächtige Gletſcherdecken trugen, die alle zum Becken des Königsſees drainirt wurden. Nach ihrem Verhalten zu den Glacialſpuren nun ſind die Becken des Grün- und Funtenſees ſicher nicht poſtglacial, denn Schliffe und Moränen kleiden ſie allenthalben aus,[1]) und anderſeits wieder kann in Anbetracht ihrer räumlichen Dimenſionen auf keinen Fall ein weit in die tertiäre Epoche hineinreichendes Alter angenommen werden. Es ſcheinen vielmehr für ihre Entwickelungsgeſchichte dieſelben Verhältniſſe maſsgebend geweſen zu ſein, die uns auch bei einer Reihe anderer ähnlicher Hochſeen zur Annahme einer glacialen Bildungsweiſe nöthigen, worauf gewiſſe charakteriſtiſche Erſcheinungsformen dieſer Kategorie von Seen hindeuten.

Gleich den Seengruppen am Hohen Mieſing, in der Scharitzkehl zwiſchen dem Göllſtein und Dürreneck im Weſtflügel des Berchtesgadener Gebirges, dann an der Soiernſpitze im Karwendelgebirge zeichnen ſich auch die erwähnten, in echten Felſenbaſſins ruhenden Seen des Steinernen Meeres durch jene ſtufenartige Uebereinanderlagerung aus, die der Ausdruck des

[1]) Nach freundlicher Mittheilung des Herrn Dr. Penck.

etappenartigen Rückſchreitens des Gletſchers iſt. Sodann kommt all dieſen Becken eine vergleichsweiſe nicht unbeträchtliche Tiefe zu. Wie groſs dieſelbe urſprünglich war, läſst ſich heute freilich nicht mehr genau beſtimmen; aber aus dem Umſtande, daſs ſich volle 25 m über dem derzeitigen Niveau des Grünſees noch lacuſtrine Ablagerungen finden, erkennen wir verwandte Beziehungen zu den kleinen, doch mitunter ſehr tiefen Seen, die einige der europäiſchen Mittelgebirge erfüllen, deren glaciale Bildungsweiſe Profeſſor Partſch auf Grund umfaſſender Detailſtudien in hohem Grade wahrſcheinlich gemacht hat.

Inwieweit nun jene Beziehungen als gerechtfertigt gelten können, dürfte ſich in nächſter Linie aus einer detaillirteren Betrachtung der Thalcirken, jener merkwürdigen Behauſung der Hochſeen erkennen laſſen, deren geographiſche Beſchaffenheit und Bildung aufs innigſte mit der Entfaltung des Seephänomens verknüpft iſt.

III. Die Cirkusſeen.

1. Die Thalcirken.

Verwandte geographiſche Gebilde. Die Cirken zwiſchen Schlierſee und Inn und im Karwendelgebirge. Orographiſche Skizze der Brünnſtein-Traithenkette, des Oſtflügels der Schlierſeer Kalkalpenkette und des Karwendelgebirges. Die Thäler; Gröſse, vertikale Erhebung und Expoſition der Cirken; ihre Unabhängigkeit von den geologiſchen Formationen; orographiſcher Bau der Cirken. Trichter- und Keſſelbaſſins. Bildungsweiſe beider.

Thalcirken ſind in den Hintergehängen der Gebirge ausgehöhlte, meiſt umfängliche Räume, die an drei Seiten von in der Regel jäh abſtürzenden Felswänden begrenzt ſind, während die Vorderſeite entweder in eine mehr oder minder breite Fluſsfurche oder in den ungegliederten Berghang übergeht. Dieſer Begriff umſchlieſst nun aber eine ganze Gattung geographiſcher Gebilde, die zwar in den weſentlichſten Zügen unverkennbare Verwandtſchaft zeigen, je nach ihrer Art jedoch wieder durch ſcharfe Ausprägung gewiſſer eigenthümlicher Charaktermerkmale gekennzeichnet ſind. Dahin gehören die gletſcherbergenden Mulden der Centralalpen und des Himalaya, die Cirken der Pyrenäen, die „*coombs*“ der Gebirge Groſsbritanniens und die Botner Norwegens, die Schneegruben des Rieſengebirges wie die Seekeſſel des Böhmer- und Schwarzwaldes, endlich die wüſtenhaften Schuttkare wie die triftenreichen Hintergehänge der Kalkalpen.[1])

Um über die phyſiographiſchen wie genetiſchen Verhältniſſe dieſes Phänomens, ſoweit es in Beziehung zur Seebildung ſteht,

[1]) Eine Konfrontirung dieſer Gebilde ſ. *Partſch*, Die Gletſcher der Vorzeit in den Karpathen und den deutſchen Mittelgebirgen. 1882. S. 181 u. a. a. O.

beſtimmtere Anhaltspunkte zu gewinnen, als ſie das bloſs vergleichende Studium von Specialkarten gewährt, lenkten wir unſer Augenmerk auf ein in dieſer Hinſicht möglichſt lehrreiches, gut umgrenztes Terrain unſerer heimathlichen Alpenwelt, zu welchem Zwecke uns keines verlockender erſchien, als die durch ihre reiche Conturirung ausgezeichnete Dolomitkette zwiſchen dem Schlierſee und Inn, wo die ſtattlichen Gipfelbauten des Wendelſtein, der Rothen Wand, des Hohen Mieſing u. a. kühn über die Höhen der vorgelagerten Flyſchberge hinausragen, und wo in faſt ununterbrochener Folge ein herrliches Felſenamphitheater an das andere ſich reiht, wie kaum in einer zweiten Strecke unſerer deutſchen Alpen, ja die Cirken geradezu als die typiſche Form der Berghintergehänge, als einer der markanteſten Züge in der Phyſiognomie dieſer Alpenregion betrachtet werden muſs. Ueberdies bieten dort die einzelnen Thäler ſowohl durch ihre geographiſche Lage wie durch ihre geognoſtiſche Terrainbeſchaffenheit bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten dar, welche mannigfache und zugleich belehrende Reſultate vorausſetzen lieſsen; ſie ſind überall gut zugänglich, und die zahlreichen Ausſichtspunkte gewähren oft erwünſchte und überraſchende Blicke in die Thal- und Gehängebildungen der Nachbargebiete.

Dieſe im Norden durch das Längsthal Neuhaus-Bayeriſchzell begrenzte an 20 km lange Gebirgsmauer wird nur bei dem letztgenannten Orte durch den tiefen Querriſs des Urſprungthales in zwei orographiſch wie geognoſtiſch nicht unbeträchtlich verſchiedene Gruppen getheilt, von denen wir die öſtlichere nach den beiden dominirenden Spitzen als Brünnſtein-Traithenkette, die andere als den Oſtflügel der Schlierſeer Dolomitkette bezeichnen wollen.[1])

Die Brünnstein-Traithenkette.[2])

Ausgezeichnet durch Einfachheit und Ueberſichtlichkeit ihres Aufbaues, erhebt ſie ſich parallel dem Wendelſtein-Soinzuge in ſteilem Anſtieg aus dem Innthale bei Oberaudorf,[3]) wächſt dann ſowohl in ihrer doppelten, nirgends von tieferen Paſseinſenkungen unterbrochenen Kammlinie wie nach ihrer Maſſigkeit in der Richtung von Oſten nach Weſten entſchieden an, um ſchlieſslich in dem plumpen, ſtockartigen Baue des Hohen Traithen (1670 m) jäh in die Enge des Urſprungthales niederzubrechen. Gegen Süden fällt dieſer Gebirgszug ſteil und ungegliedert in das bei Kiefersfelden ausmündende

---

[1]) S. die orographiſche Skizze Taf. II. Fig. 13 u. 14.
[2]) Brünnſtein 1469 m.
[3]) Taf. II. Fig. 14.

Klauſenbachthal ab; an die Nordſeite aber legt ſich in vergleichsweiſe ſanftem, dachartigem Abfall ein glatter Berghang, deſſen herrliche, grasreiche Triften mit zahlreichen Alpenhütten geſchmückt ſind. Dieſe 2—3 km breite Vorſtufe wird durch eine Anzahl in direkt ſüdnördlicher Richtung das Gebiet drainirender Querthäler, deren Tiefe und Gröſse gegen Weſten hin zunimmt, in mehrere breite, flache Bergrücken zerſägt, die indeſs, von einem höher gelegenen Punkte der Vorberge, am beſten vom Wendelſtein aus geſehen, wie eine geſchloſſene Hochfläche erſcheinen. Dolomit ſetzt die Hauptmaſſe der ganzen Kette zuſammen; nur die Cirken durchziehen ſchmale Bänder von Muſchelkeuper, deſſen leichte Zerſtörbarkeit ihrer Entſtehung Vorſchub geleiſtet zu haben ſcheint.

Ungleich reicher gegliedert und mannigfaltiger in den Berg- und Thalformen iſt die

Schlierseer Dolomitkette[1])

zwiſchen dem Joſephs- und Urſprungthal, die von der kräftigen Geſtalt des Jägerkamp (1724 m) bis zur ſchlanken Eipelſpitze bei Geitau direkt weſtöſtlich zieht, dann aber plötzlich faſt um den Werth eines rechten Winkels mehr als 2 km nach Süden zurückſpringt bis zur Rothen Wand (1890 m) und Auerſpitze am Soinſee, von wo aus ſie in ihrem weiteren Verlaufe wieder die urſprüngliche Richtung einſchlägt. Den Wirkungen der denudirenden Kräfte kommt in dieſem Gebiete die anſehnliche Ausbreitung des Muſchelkeupers, Jura und Lias merkbar zu Gute, die Thäler ſind breiter und tiefer ausgewaſchen, und ein Blick in die Cirken von Geitau und Aurach oder in die Ausſchartungen des Seebergs bei Bayeriſchzell erweckt in uns die Empfindung, als ob faſt die Hälfte der Berge abgetragen worden wäre. Gerade an derjenigen Stelle, wo Jura und Lias ihre gröſste Ausbreitung von Süden her erlangen, greifen, begünſtigt von dem lockeren Geſtein, die Querthäler am tiefſten in den Körper des Gebirges ein und verſchieben die Kammlinie in der angedeuteten auffallenden Weiſe nach Süden, indem ſie eine Reihe mächtiger Queräſte vom Hauptſtamme abgliedern, die im Hohen Mieſing (1873 m) und der Auerſpitze kulminiren und ſelbſt die entſprechenden Theile des Hauptkammes überragen. Nur ihre Anſatzſtellen im Rayon der Thalcirken, wo ſie mit der Längskette zuſammenwachſen, ſind durch tiefe Einſattelungen ausgezeichnet, über welche eine verhältniſsmäſsig bequeme Verbindung der ſich begrenzenden Cirken möglich iſt.

Beſonders impoſant und reichlich entwickelt finden ſich die Cirken in den Parallelketten des Karwendel-

[1]) Taf. II. Fig. 13.

gebirges. Die massigen, an 2700 m hohen Gesteinswälle dieses Hochgebirges werden von tief und schroff eingeschnittenen Querfurchen in ebensoviele transversale Zweigkämme gegliedert, die bald nord-, bald südwärts vorspringen und, riesenhaften Felsenpfeilern gleich, gewissermassen als natürliche Stützen der Bergkolosse erscheinen. Im Durchschnitte nur etwa 100—200 m gegen die Hauptkette zurückbleibend, ja sie an einzelnen Punkten wohl gar noch überragend, nehmen dieselben die wüstenhaften Schuttkare zwischen sich, mit denen die Hintergründe aller Querthäler die Wasserscheide abschliessen. Die volle Unabhängigkeit dieser Seitenthäler vom Schichtenbau des Gebirges belehrt uns, dass wir es auch hier, wie bei den vorerwähnten Thalformen, ausschliesslich nur mit den erodirenden Wirkungen des fliessenden Wassers zu thun haben.

Die Thalfurchen aller eben erwähnten Gebiete schneiden in den unteren Strecken, rasch an Tiefe zunehmend, energisch in das Gebirge ein und gewähren den Wässern ungehemmten Ablauf. In ihrem Hintergrunde aber charakterisiren sie sich ausnahmlos durch amphitheatralische Ausweitung der Gehänge und in steter Verbindung hiermit durch einfache oder mehrfache Stufenbildung. Die Grenzscheide zwischen Thallauf und Cirkus prägt sich immer in einer scharfen Unterbrechung der allgemeinen Gefällskurve aus, indem sich aus der dichtbewaldeten, dunklen Schlucht des stürmischen Gebirgsbaches oft mit nahezu senkrechtem Absturz von wechselnder, manchmal an 300 m heranreichender Höhe wandartig eine Terrasse heraushebt, von deren Kante angefangen der Cirkus in den Berghang mehr oder minder tief eingelassen ist.[1]) Wie reichlich diese eigenartigen Formen in den erwähnten Gebirgsregionen auftreten, mag daraus erhellen, dass innerhalb der Brünnstein-Traithenkette auf einer Strecke von 6 km nicht weniger als 7, darunter 5 mit nördlicher, 2 mit südlicher Exposition, in den Schlierseer Bergen bei 12 km Länge 12, darunter 7 nach Norden, 5 nach Süden gelegen, in der Hinterauthaler Kette des Karwendelgebirges bei 16 km Länge 19, von denen 13 den südlichen und 6 den nördlichen Gehängen angehören, sich finden, wobei überdies die kleineren, zum Theil erst in der Entwickelung begriffenen Cirken ausser Betracht gelassen worden sind. Die Wendelstein-Soinkette endlich stellt in ihrer reichen Bergarchitektur geradezu eine Komposition von etwa einem halben Dutzend Cirken in allen Entwickelungsstadien dar. Während man an der Südflanke des Jägerkamps hart unter der Kammlinie Miniaturformen von vielleicht kaum 50 m Durchmesser sieht, erreichen die grössten 2 km Breite, dieselbe im

[1]) S. Taf. II. Fig. 8 u. 9.

Abſtande der beidſeitigen Querkämme gemeſſen. Ihre Gröſse iſt demnach ſehr wechſelnd.

Was dann die vertikale Erhebung der Cirken betrifft, ſo ſchwankt dieſelbe zwiſchen 1200 m und 1500 m, wie folgende Ueberſicht lehrt.

Schönaualp am Hohen Traithen	1234 m
Groſsalp am Brünnſtein . . .	1238 m
Benziegalp bei Aurach . . .	1356 m
Fellalp am Hohen Traithen . .	1371 m
Krotenthalalp	1444 m
Groſstiefenthalalp	1501 m

Dass das Vorkommen leicht zerſtörbarer Geſteinsſchichten der Ausbildung der Cirken Vorſchub leiſten wird, iſt leicht begreiflich und erhellt klar aus der Betrachtung der weiten Thalung zwiſchen der Eibelſpitze und Rothen Wand (Taf. II, Fig. 13), im Ganzen aber verräth ſich keine direkte Abhängigkeit ihrer Verbreitung von irgend einer im Gebiete vorkommenden Formation, Cirken trifft man ſowohl im Dolomit wie im Jura. Eher möchte man geneigt ſein, den ſtratigraphiſchen Verhältniſſen einen Einfluſs auf die Entwickelung der Cirken einzuräumen; die klaſſiſche Antiklinale des Hohen Mieſing z. B. hat es nur zu geringfügigen Rinnen an den Gehängen kommen laſſen, wogegen ein häufiger Wechſel der Schichtenſtellung den Angriffen der Atmoſphärilien ſehr günſtigen Boden darbietet.

Von beſonderer Bedeutung nun erſcheint uns eine eingehende Würdigung der orographiſchen Formung der Thalcirken, denn hierin äuſsern ſich ohne Zweifel am deutlichſten die Kräfte, die ſie geſchaffen haben; aus den Zügen ihres Reliefs müſſen wir ihre Bildungsgeſchichte leſen können. Faſſen wir daher zuerſt die am ſchärfſten ausgeprägten, extremſten Formen dieſer geographiſchen Gebilde ins Auge, um ſpäter dann auch den durch Hunderte von Zwiſchenſtufen vermittelten Uebergangsformen ihre Stelle in der orographiſchen Klaſſifikation zuweiſen zu können.

a. Die Trichtercirken.[1])

Die vollendetſten Typen der Trichtercirken oder Kare zeigt uns die Hinterauthaler Kette des Karwendelgebirges im Oed-, Birk- und Moſerkar. Blickt man von einer jener ſtolzen, an 2700 m hohen Bergzinnen in die Tiefen eines ſolchen Kares

[1]) Das ſchematiſche Bild der Entwäſſerung derſelben ſ. Taf. II. Fig. 1. Die Gefällskurve eines in einem Trichtercirkus endigenden Thales ſ. Taf. II. Fig. 10.

nieder, ſo gewahrt das Auge zahlreiche, von den nackten, grauen Steilgehängen, die faſt allen vegetativen Lebens entkleidet ſind, herabziehende, ſcharf eingeſchnittene Rinnſale, zwiſchen welche zackige Bergrippen trennend ſich legen. In der trockenen Jahreszeit waſſerleer, mit wüſt übereinander geworfenem Geröll- und Blockwerk erfüllt, hat man dieſe öden, allen Kulturanſätzen feindlichen Schuttkare nicht unpaſſend die Steinwüſten unſerer Kalkalpen genannt.

Ewiger Tod ſcheint in dieſen weiten, von erſtarrten Schuttſtrömen durchzogenen Felſenhallen zu wohnen. Sobald aber ein heftiger Gewitterregen niederrauſcht, deſſen ſchwere Waſſermaſſen in dem weiten Trichter eines Cirkus gleich einem rieſigen Gefäſse ſich ſammeln, beginnt plötzlich ein ungeahntes Leben im Kare, praſſelnd ſchieſsen die zahlreichen Waſſeradern zum gewaltigen „Regenſtrome“, zum ſtürmiſchten Wildwaſſer zuſammen, das den ganzen Karboden in Bewegung ſetzt, das Felswerk gleich ſcharfen Eiſenhobeln durchwühlt und endlich brauſend und geröllbeladen aus dem Sammelbecken in einer klammartig engen Schlucht, der Rofla oder dem Tobel, zur Tiefe ſich ſtürzt. Indem die einzelnen Waſſerfurchen gegen den Ausgang des Cirkus konvergiren, liegt gerade an dieſer Stelle der Schwerpunkt ihrer erodirenden Wirkung, und es iſt klar, daſs dadurch die Schaffung eines eigentlichen Bodens, einer ebenen Fläche, ganz unmöglich wird. Die Entſtehungsweiſe eines Thaltrichters ſchlieſst abſolut die Bildung eines Keſſelbaſſins und damit zugleich auch Seenbildung in Felsbecken aus. Nur hinter den Stauwällen des Bergſchuttes ſammeln ſich in ſolchen Felſentrichtern manchmal kleine, flache Gewäſſer, ſo z. B. an der Seekarſpitze, der Bärenalp und der Arzler Scharte. Sie beſitzen aber insgeſammt nur wenige Meter Umfang und vertrocknen faſt regelmäſsig während der heiſsen Monate in dem poröſen Schuttwerk.

Uebereinſtimmend mit Bonney[1]) hat auch Profeſſor Partſch[2]) in ſeinen ſchönen Auseinanderſetzungen über den in Rede ſtehenden Gegenſtand erklärt, daſs zum Verſtändniſſe dieſer Erſcheinungen die Arbeit des erodirenden Waſſers vollkommen ausreichend erſcheine, und Rütimeyer[3]) iſt ſchon früher in ſeiner bahnweiſenden Arbeit über die Thalbildung nach den Beobachtungen am Gotthardmaſſiv zu gleichem Schluſſe

---

[1]) On the formation of „cirques“, and their bearing upon theories attributing the excavation of alpine valleys mainly to the action of glaciers. Quart. Journ. geol. Soc. 1871. XXVII. S. 312.

[2]) Die Gletſcher der Vorzeit in den Karpathen und den Mittelgebirgen Deutſchlands. 1882. S. 189.

[3]) Ueber Thal- und Seebildung. Baſel 1874. S. 37.

gekommen. Fuchs,[1]) Lehmann[2]) und Löwel[3]) endlich ſprechen ſich gleichfalls entſchieden in dieſem Sinne aus. Mit dem Eintreten der Verzweigung im oberen Theile einer Rille, ſagt letzterer, muſs nothwendig der Gegenſatz zwiſchen der extenſiv ſpülenden Wirkung des Regenwaſſers in der Höhe und der intenſiv bohrenden Thätigkeit des Waſſerlaufs in der Tiefe mit zunehmender Schärfe zum Ausdruck kommen, der Urſprung der Rille ſich zu einem Kar umbilden, deſſen Prototyp der Trichter iſt.[4])

b. Die Botner.

Ein ganz anderes Bild hingegen gewährt jenes groſsartige Felſenamphitheater, das ſich in nahezu 2 km Länge zwiſchen den jähen Abhängen der rothen Wand, des Hohen Mieſing und der Auerſpitze ausdehnt. (Taf. II, Fig. 3 u. 5.) Auf einer etwa 300 m über die Thalſohle emporgehobenen Terraſſenſtufe breitet ſich — dem aufſteigenden Wanderer ganz unvermuthet — plötzlich ein ziemlich breiter, etwa 1 km langer Thalboden aus, den einſt in kettenartiger Aneinanderreihung drei Seebecken erfüllten, wovon die beiden oberen nun erloſchen ſind. Nichts verräth hier die Wirkungen groſser, ſtürmiſcher Gebirgswäſſer,

[1]) Ueber die Grundform der Eroſionsthäler. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanſtalt. 1877. S. 456.

[2]) Die Wildbäche in den Alpen. Breslau 1879. S. 4, 5.

[3]) Ueber Thalbildung. Prag 1884. S. 54.

[4]) Daſs in Anbetracht der Verbreitung dieſes Phänomens für ſeinen Werdeprozeſs ein allgemeines Princip anzunehmen ſei, iſt ſchon frühzeitig betont worden; aber man brachte denſelben in Beziehung zur urſprünglichen Hebung des Gebirges, zu den Zerreiſsungen und Spaltungen der Erdoberfläche, welche die ältere geologiſche Schule, als deren Schöpfer und bedeutendſte Vertreter *Elie de Beaumont, Al. v. Humboldt, L. v. Buch* zu betrachten ſein dürfen, annahm. Noch *A.* und *H. v. Schlagintweit* (Unterſuchungen über die phyſ. Geographie und Geologie der Alpen. 1850. S. 200.) ſchreiben: Die groſsen Thalhintergründe ſind in dem Zurücktreten der begrenzenden Berge, in dem ganzen Relief bedingt, und *B. Studer* (Lehrbuch der phyſ. Geogr. u. Geol. 1844. S. 391), dem noch 1869 *K. v. Sonklar* (Allgemeine Orogr. S. 229. Ausland 1869. S. 189.) kräftig zuſtimmte, glaubte in dem „Zug der Schwere“ die Urſache zu finden, auf Grund welcher die durch die Zerſpaltung des Gebirges bei der Erhebung aufgeſtiegenen Felsprismen unmöglich lange in dieſer Geſtalt belaſſen werden konnten. Die bei der Abkühlung hervorgerufene Zerklüftung des Geſteins, der Einfluſs der in alter Zeit ſicher häufigeren und mächtigeren Erſchütterungen und eine dem Einſturze günſtige Lage der Schichten, das alles ergebe eine Serie von Umſtänden, der alle derartigen Erſcheinungen ohne Bedenken zugeſchrieben werden dürften. — Während in England ſeit Hutton und Playfair Denudation das ſtehende Thema bildet, hat ſich bei uns erſt ſeit verhältnismäſsig junger Zeit eine richtige Werthſchätzung von der immenſen Bedeutung der Eroſion als bodengeſtaltendem Faktor Bahn gebrochen, namentlich ſeit *Rütimeyer, A. Heim, Süſs, Supan, Tietze, Penck, Löwel* u. A. ihren Einfluſs auf die Konfiguration der Erdoberfläche nachgewieſen haben, wiewohl freilich ſchon viel früher *J. Heim* (1795), *Werner* und *Kühn* (1830) verwandte Anſichten geäuſsert hatten.

das Blockwerk der Hintergehänge iſt durch die atmoſphäriſchen Agentien abgelöſt worden, und ſicher iſt auch an der Entſtehung des mächtigen Trümmerfeldes, das das untere Ende des Soiernſees umgiebt, die Arbeit des flieſsenden Waſſers unſchuldig. „Die Thaleroſion kann nur Schluchten und Klammen ausnagen, nie aber breite, wandartige Abſtürze, welche den Waſſerlauf quer durchſetzen; ſie iſt im Gegentheile bemüht, ſolche Hinderniſſe entzwei zu ſägen und zu beſeitigen.“ [1]) In dem gegebenen Falle haben wir es mit einer, den norwegiſchen und grönländiſchen Botnern durchaus analogen Erſcheinung zu thun, und zum Verſtändniſſe ihres Bildungsproceſſes müſſen wir dieſelben Kräfte zu Hilfe nehmen wie Helland für die erwähnten nordiſchen Formen. Offenbart ſich in dem ganzen Habitus eines Trichtercirkus die auf lineare Denudation hinſtrebende Wirkungsweiſe des rinnenden Waſſers, ſo deuten die innigen Beziehungen der echten Botnercirken zum Gletſcherphänomen auf die mehr planare, muldenſchaffende Eroſion des ſtrömenden Eiſes hin. Von ähnlichem orologiſchen Baue wie der typiſche Botner an der Rothen Wand ſind dann noch — ſo weit uns bekannt — das ſeenreiche Schöttlkar unterhalb der Soiernſpitze im Karwendelgebirge und nach der Verſicherung Dr. Pencks der Scharitzkehlcirkus bei Berchtesgaden.

Ramsay [2]) hat zuerſt, Helland [3]) am energiſchſten dem Gedanken der Cirkus- bezw. Botnerbildung durch Eis Ausdruck gegeben, ja de Seue [4]) iſt ſogar ſoweit gegangen, die „ausgezeichnet abgerundete Form“ der Cirken auf Gletſchereroſion zurückzuführen. Dies iſt falſch. Auch den Trichtercirken iſt dieſelbe Umriſslinie in charakteriſtiſcher Weiſe eigen, wiewohl an ihrem Zuſtandekommen nur Waſſer thätig geweſen iſt. Jene Abrundung hängt mit dem Proceſſe der Thalbildung zuſammen; ſobald in einer Thalrunſe einmal die Veräſtelung beginnt, bildet ſich auch jene halbkreisförmige Umriſslinie heraus.

c. Mischtypen von Cirken.

Ungleich ſchwieriger geſtaltet ſich die Würdigung jener Terrainformen, an deren Skulptur Waſſer und Eis zugleich gearbeitet und die Wirkungen der einen Kraft die Züge der anderen verwiſcht haben. Als ſolche Mittelformen dürfen vielleicht einige Cirken der Brünnſtein-Traithen und Schlierſeer Kette

---

[1]) Löwel, Ueber Thalbildung. 1884. S. 88.

[2]) The old glaciers of North Wales in *Ball:* Peaks, Passes and Glaciers. 1859. S. 400. — Physikal Geology and Geography of Great Britain. 1878. S. 434.

[3]) On the ice-fjords of North Greenland, and on the formation of fjords, lakes and cirques in Norway and Greenland. Quart. Journ. geol. Soc. 1877. XXXIII. S. 161.

[4]) Le névé de Justedal. 1870. S. 48.

betrachtet werden, bei denen allerdings ſtark fluviatile Eroſionsſpuren ſich zeigen, deren mitunter breiter angelegte Böden — ich denke hierbei an den Cirkus der Groſsalp am Brünnſtein — aber auch auf Glacialeroſion hindeuten. Wir wollen verſuchen, dieſe Gruppe von Cirken genauer zu beſchreiben.

Die Berggehänge derſelben (Taf. II, Fig. 2 und 4) dachen ſich nicht völlig glatt zur gemeinſamen Bodenſenke ab, ſie beſitzen vielmehr faſt ausnahmslos eine durch die bohrende Thätigkeit der Gebirgswäſſer erzeugte, ganz deutlich ausgeſprochene Gliederung, die unter Umſtänden bis zu den oberſten Theilen der Rückwand hinaufreicht. Von den beiden Flanken der Bergböſchung ziehen nämlich in ſtufenartiger Aufeinanderfolge zwei, drei, manchmal auch mehrere gegen das untere Ende zu regelmäſsig immer tiefer eingeriſſene Querfurchen zur gemeinſamen Drainirungslinie herab, die zwar bei trockener Witterung nicht ſelten ganz waſſerleer ſind, aus denen aber bei heftigen Niederſchlägen reiſsende Gieſsbäche ſtürzen, die fort und fort energiſch an der Umgeſtaltung des Cirkus arbeiten. Zwiſchen dieſen Rinnſalen nun ragen die ſtehengebliebenen Bergrippen als Querriegel auf, die in der Richtung der allgemeinen Abzugsrinne durchriſſen ſind und deren mächtigſter als maſſive Felsbarrière die Sohle des unteren Hohlraumes im Vordergrunde abſperrt und ihm eine beckenförmige muldenähnliche Geſtalt verleiht. So oft Bergſporen von beiden Seiten her zuſammentreten, ſind die Bedingungen zur Entſtehung beckenähnlicher Bildungen gegeben, freilich, wie wir ſofort ausdrücklich hinzufügen müſſen, von Becken mit einer Abzugsröhre, einer Rofla, kurz von Trichtern, deren Becken die Sammelmulde, deren Stiel der gemeinſame Entwäſſerungskanal iſt.

Demnach erſcheint ein ſolcher Cirkus als eine Kombination ſtufenartig übereinandergelagerter Trichter, deren räumliche Ausdehnung ſelbſtverſtändlich mit der Höhe abnehmen muſs. Wir haben an der Spitzingalp deren 2, an der Seelachen- und Baumosalp am Südgehänge der Brecherſpitze 3, im Cirkus der Benzigalp 4 ſolcher Beckenſtufen gezählt, überall erſcheinen ſie als die charakteriſtiſchſte Eigenthümlichkeit derſelben, nur in den ſelteneren Fällen ſind ſie durch ſpätere Denudationswirkungen mehr oder weniger verwiſcht worden, wie dies am Cirkus der Groſsalp am Brünnſtein und bei einigen Formen am Wendelſtein und Hohen Traithen deutlich erkennbar iſt, wo alle Bodenverflachung fehlt.

Es iſt klar, daſs die Einſägung der Seitenrinnen und die Drainage der dabei gebildeten Thalung, alſo die Entſtehung des Sammelbeckens wie der Rofla Hand in Hand gehen muſs, daſs unter ſolchen Umſtänden die Bildung eines geſchloſſenen Keſſels mit intaktem Riegel, eines Rocky-Baſſins, ganz undenkbar iſt,

daſs ſomit die Möglichkeit einer Auswühlung hochalpiner Seebecken von oft mehreren Hektaren Umfang und einer verhältnismäſsig ſehr bedeutenden Tiefe von 20—30 m auf Grund des eben analyſirten Bildungsvorganges abſolut ausgeſchloſſen iſt.

Nur der eine Einwurf iſt denkbar, daſs jene Trichterformen als Folgezuſtände primärer Felſenkeſſel, als entleerte Seebecken zu deuten ſind. Dieſe Annahme erweiſt ſich aber bei einer Vergleichung der Verbreitungsverhältniſſe der Trichter- und Keſſelbecken — *rocky-bassins* — hinfällig. Ueberall wo das Waſſer thal- und cirkenbildend wirkt, finden wir die erſtgenannte Form der Eroſionsbecken; Keſſelbildung und in unausbleiblicher Folge damit verknüpft Seebildung ſcheint aber von ganz anderen Faktoren abhängig zu ſein, die Verbreitung des letzten Phänomens bewegt ſich in viel engeren Rahmen, wie das Detailſtudium der Hochſeen und der Thäler lehrt.

Die Bildung der Trichterbecken iſt nur heute auf die Cirken beſchränkt; ein Blick in die tieferen Stufen der Thäler überzeugt uns, daſs ſie früher auch dort heimiſch war. Die terraſſenartigen Bergſporen, die an der Mündung der Seitenbäche ins Hauptthal hineinragen, ſind nur die ſtark abgenutzten Reſte der einſtigen Felsbarrièren, die mit der rückſchreitenden Entwickelung des Thales und den immer kräftiger arbeitenden koncentrirten Waſſermaſſen zerſtört worden ſind. Die Cirkusbildung ſchreitet aber mit der Thalbildung, allerdings in ſtetig ſich verringernden Dimenſionen, aufwärts fort und kann auch an ihrer heutigen Stelle nur ein ephemeres Daſein haben. Die einſtigen Bergſtufen an der Gaſſenalp unter dem Hohen Traithen oder im Cirkus unterhalb der Spitzingalp am Wendelſtein ſind bereits verſchwunden, im Fortſchritte des Denutationsproceſſes folgt die allmähliche Nivellirung der Rückwand, eine Schutthalde an tiefer Jocheinſenkung, an deren Rändern ein paar verwitterte Felszähne aufragen, wird endlich an die Stelle treten, wo ehedem ein imponirendes Felſenamphitheater ſeine Naturſchönheiten entfaltet hatte.

2. Beziehungen der Thalcirken zum Seephänomen.

Stauwäſſer durch Fluſsſchutt; gröſsere Abdämmungsſeen hinter Bergſchutt und Moränen. Seen glacialen Urſprungs. Beckenbildung durch flieſsendes Waſſer; Schranken derſelben. Nothwendigkeit der Annahme einer glacialen Bildung gewiſſer Seebecken im Hochgebirge. Beanlagung der Kalkalpen zur Erzeugung ſelbſtändiger Gletſcher. Spuren lokaler Vergletſcherung in den öſterreichiſchen und bayeriſchen Kalkalpen. Höhenlage, Gröſse und Tiefe der Seebecken im Vergleiche mit den verwandten Formen in den europäiſchen Mittelgebirgen. Seen als ſelbſtändige Gehängeerſcheinungen. Jugendliches Alter der Seen und Thalcirken.

Ein ungeahnter Reichthum an kleinen ſtehenden Gewäſſern und eine noch wunderbarere Mannichfaltigkeit in ihrer Er-

ſcheinungsform zeichnet die Zone der Kalkalpen zwiſchen Bodenſee und Salzach aus. Von den halbverſumpften, tauben Tümpeln zwiſchen zerfetzten Wettertannen und ſtarren Blockmeeren bis zu den bezauberndſten Bergaugen mit ihren kryſtallklaren Fluten und den panzerglatten Wänden, die ſie umrahmen, vermitteln zahlreiche Zwiſchenſtufen alle erdenklichen Uebergangsformen, in denen wir den Ausdruck ihres Werde- oder Zerſtörungsproceſſes erkennen. Die Thal- und Bergcirken ſind vorwaltend ihre Heimſtätten, und die Betrachtung ihres Bildungsvorganges wird dieſe Art ihrer Verbreitung uns begreiflich erſcheinen laſſen.

Faſt in allen Trichterbaſſins der eben ſkizzirten Miſchformen von Cirken zeigen ſich leichte Anſätze zur Seebildung (Taf. II, Fig. 26), wobei wir freilich bemerken müſſen, daſs — wenigſtens in dieſen Fällen — Name und Begriff ſich nicht mehr recht decken wollen. Wenn nämlich nach heftigen Niederſchlägen die allmählich verrinnenden Bergwäſſer in den Seitenkanälen der Cirken die in Bewegung gebrachten Schuttmaſſen nicht mehr thalabwärts zu flottiren vermögen, ſo werden dieſelben theilweiſe in den trichterartigen Becken deponirt und hinter dem angehäuften Detritus ſammeln ſich flache Stauwäſſer, oft nur von Zimmergröſse und immer ganz unbedeutender Tiefe, mehr Sumpf als See, gleichwohl als ſolcher oder „Lake“ von den Alpenbewohnern benannt. Derartige Waſſeranſammlungen liegen am Seeberg, an der Seelaken und Baumosalp, ſie können in jedem Trichterbecken entſtehen, beſitzen aber immerhin eine bemerkenswerthe Ausdauer (Vergl. Taf. II, Fig. 13 und 14).

Zu umfänglicheren Aufſtauungen der atmoſphäriſchen Waſſer wird namentlich dann Veranlaſſung gegeben, wenn am Ausgange des Cirkus groſse Schuttanhäufungen, ſei es durch ſucceſſives Abbröckeln der Bergwände, ſei es in Folge moränenhafter Zuſammenſchiebung von Blockmaſſen geſchehen wie beim Röthenſteinſee (Taf. II, Fig. 6) an der Benzing- und Kleintiefenthalalp. Solche Stauwäſſer erreichen nach heftigen Niederſchlägen mitunter eine Tiefe von 3—4 m, vertrocknen aber in dem lockeren, groben Bergſchutt ſehr bald wieder.

Einer ganz anderen Ordnung gehören augenſcheinlich die drei umfänglichen Seebecken des Aubachthales an, das zwiſchen der Roten Wand und der Auerſpitze einerſeits und dem Hohen Mieſing andererſeits in einer Länge von 6 Kilometern zur Leizach herabzieht und mit dem Cirkus von Groſstiefenthal abſchlieſst (Taf. II, Fig. 3, 5, 8 und 13). Zwei der genannten Seen ſind nun ſchon zugefüllt, und nur mehr eine tiſchglatte Wieſenfläche verräth uns die Stelle, wo ehedem einer unſerer wunderbarſten Hochgebirgsſeen, ähnlich dem Toplitzſee in Steiermark, fluthete. Der untere Soienſee allein iſt erhalten geblieben, von

deſſen Ende der Cirkus mauerſteil ein paar hundert Meter tief abſtürzt. Sein Bett zeigt ſich bei genauer Unterſuchung als echtes Felſenbecken, und die blanken, offen daliegenden Riegel der beiden höher gelegenen Becken ſagen uns, daſs auch ſie von gleicher Beſchaffenheit, doch ſchmäler und von geringerem Umfange waren. Alle drei Becken gehören der Jura- und Liasformation an, deren Verbreitungsgrenze genau mit der der Seen zuſammenfällt.

Welche Kräfte können wir nun nach dem heutigen Standpunkte der Diskuſſion für ihre Entſtehung in Frage bringen? Nur zwei Möglichkeiten bleiben offen: Die Eroſion des Waſſers in tropfbar-flüſſigem oder feſtem Agregatzuſtande oder Einbruch. Für die letztere Anſchauung hat in Rückſicht auf das Phänomen der kleinen Hochſeen Dr. von Gümbel[1]) ſeine gewichtige Stimme wiederholt erhoben und wir haben uns aus eigener Anſchauung überzeugt, wie wohl berechtigt dieſelbe im Sinne des Verkarſtungsproceſſes der Kalkalpen iſt. In dem gegebenen Falle aber ſcheint doch ein anderer Faktor maſsgebend geweſen zu ſein. Wir erinnern zunächſt an die kettenartige Hintereinanderlagerung der drei Becken, welche bei Einbruchserſcheinungen unſeres Gebietes nirgends zu beobachten iſt, ferner an die regelmäſzige Zunahme ihres Areals von der höheren zur tieferen Stufe (mit welcher nach unſerer Vermuthung eine Abnahme der Tiefe in gleicher Richtung Hand in Hand gegangen iſt), endlich an den weiteren Umſtand, daſs das oberſte der drei Becken keine Anzeichen eines ſeitlichen Einbruches erkennen läſst und daſs demnach auch die maſſenhafte Geröll- bezw. Blockanhäufung am Ende und zu beiden Seiten der unteren Seen eine andere Deutung erfahren muſs, als ſie die Einſturztheorie giebt.

Für die Möglichkeit einer Seenbildung (im Sinne von Keſſelbecken) durch flieſsendes Waſſer iſt Bonney[2]) wiederholt eingetreten und unter den jüngeren Stimmen, welche ſich an der Erörterung dieſer Frage betheiligten, hat ſich beſonders Supan[3]) in ſeiner lehrreichen Abhandlung über die Thalbildungen im öſtlichen Graubündten und in den Centralalpen Tirols für Beckenbildung durch flieſsendes Waſſer ausgeſprochen. Seinen ebenſo einfachen als klaren Ausführungen, die überdies durch treffliche ſchematiſche Zeichnungen unterſtützt werden, wird man unbedingt zuſtimmen, ſo lange es ſich hierbei um Auswühlung kleiner und wenig tiefer Becken handelt. Sind

[1]) Geognoſtiſche Beſchreibung des bayer. Alpengebirges und Alpenvorlandes. 1861. S. 190.

[2]) On the formation of „cirques“ and their bearing upon theories attributing the excavation of alpine valleys mainly to the action of glaciers. Quart. Journ. 1871. XXVII. S. 312.

[3]) Mittheilungen der k. k. geogr. Geſellſchaft in Wien. 1877. S. 349.

doch die Rieſentöpfe und Gletſchermühlen zweifellos ein Werk der vertikalen Eroſion und die allbekannten Rottachfälle bei Tegernſee, die in nahezu ſenkrecht gehobenes Geſtein eingeſchnitten ſind, zeigen faſt ein Dutzend übereinander gelagerte, durch feſte Barrieren geſchiedene Becken. Aber eben dieſe Fälle zeigen auch recht klar die engen Grenzen der Beckenbildung durch fließendes Waſſer. Fürs erſte erfordert dieſelbe eine ſehr beträchtliche Waſſermaſſe, wie ſie an unſeren Hochſeen nirgends thätig iſt. Ganz unmöglich aber wird ſie dann ſein, wenn, wie an den Soinſeen, drei Becken hart beieinander liegen und die erodirende Kraft des Waſſers ſchon im oberſten zum Stillſtande kommen muſs. In dieſem Falle können Seen durch fließendes Waſſer niemals gebildet, ſondern nur — zugeſchüttet werden. In welcher Form überhaupt Beckenbildung durch fließendes Waſſer möglich iſt, haben wir anzudeuten verſucht; nur Trichter-, niemals Keſſelbecken von dem Umfange unſerer Hochgebirgsſeen können dadurch geſchaffen werden.

Unter dieſen Umſtänden bleibt dann für das Vorhandenſein der 3 Soinſeen keine andere Annahme übrig als ihre Ausfurchung durch Eis. Dr. Penck[1]) hat in ſeinem jüngſten hochbedeutſamen Werke zu wiederholten Malen den Gedanken ausgeſprochen, daſs die rieſigen Eisſtröme, welche aus dem Innthale in das Alpenvorland herausdrangen, mehrfach durch lokale Gletſcher verſtärkt worden ſind, daſs die Zugſpitze, das Sonnwendjoch ſelbſtändige Vergletſcherungen erfahren haben, ja vom Steinernen Meer ein Eisſtrom in der Mächtigkeit von 1000 m herniedergeſtiegen iſt.[2]) Hält man daran feſt, daſs die alte Vergletſcherung nur eine intenſivere Ausgeſtaltung und Entwickelung des heutigen Gletſcherphänomens iſt, ſo erſcheinen dieſe Thatſachen wohl begreiflich. Beſitzen wir doch noch heute im Karlseisfeld auf dem Dachſtein,[3]) in der Uebergoſſenen Alp auf dem Steinernen Meer, im Blaueisgletſcher am Hochkalter,[4]) im Karwendelgebirge,[5]) im Zugſpitz- bezw. Plattach- und Höllenthalferner,[6]) endlich noch in dem Eisfeld an der Mädeler Gabel[7])

[1]) Die Vergletſcherung der deutſchen Alpen. 1882. S. 68, 78. 78.

[2]) Nach gütiger brieflicher Mittheilung von 5. Sept. 1884.

[3]) *Dr. Simony,* Ueber die Spuren der vorgeſchichtlichen Eiszeit. *Haidingers* Mittheilungen. 1847. I. S. 243. Die Schwankungen in der räumlichen Ausdehnung der Gletſcher. Vortrag im Verein zur Verbreitung naturwiſſenſchaftlicher Kenntniſſe in Wien. 1884.

[4]) *Dr. Richter,* Ausland 1882. S. 13.

[5]) *H. v. Barth,* In den nördlichen Kalkalpen. S. 436. (Das Eiskarl im Hochglück.)

[6]) *H. und A. Schlagintweit,* Unterſuchungen über die phyſ. Geogr. und Geol. der Alpen. 1850. I. 48. *C. v. Gümbel,* Geognoſt. Beſchreibung der bayeriſchen Alpen. 1861. II. v. B. a. a. O.

[7]) *Waltenberger,* Orographie der Algäuer Alpen. II. Aufl. 1881. S. 9.

echte Gletſcher, deren ehemalige Ausdehnung noch wenig erforſcht iſt, ganz zu ſchweigen von den zahlreichen Schneezungen, Schneepfannen und Firnmulden, die überall in den ſchattigen Keſſeln lauern.

Auch in dieſer Beziehung hat der hochverdiente Alpenforſcher Profeſſor Dr. Simony[1]) die erſten Anregungen gegeben, indem er nachwies, daſs die kleine Gruppe des Schobers (1328 m) und des Drachenſteins (1169 m) zwiſchen dem Wolfgang-, Fuſchl- und Mondſee einſt ſelbſtändige Gletſcher nährte, und daſs vom Laudachſee am Oſtabhange des Traunſteins ein kleiner Gletſcher thalabwärts ſtieg, E. v. Mojsisovics[2]) dann hat den gröſsten Lokalgletſcher der öſterreichiſchen und deutſchen Alpen, den diluvialen Traungletſcher, eingehender beſchrieben. Wir ſelbſt haben am ſüdlichen Ufer des Altausſeer Beckens eine prächtige Grundmoräne von mindeſtens 30 m. Höhe beobachtet und der Grundlſee ſcheint ganz von Moränen abgeſperrt zu ſein; desgleichen iſt die Annahme gerechtfertigt, daſs der Goſaugletſcher in der Eiszeit mit dem Traungletſcher bei Goſaumühle ſich vereinigte.

Erwägt man nun die geographiſche Situation unſerer Cirken, ihre abſolute Erhebung über den Meeresſpiegel, ihre meiſt nördliche Expoſition und vortrefflich geſchützte Lage zwiſchen den vorſpringenden Felſenpfeilern der Bergwände, welche der Anſammlung groſser Schneemaſſen ſehr zu Gute kommen muſste, ſo wird es mehr als wahrſcheinlich, daſs vielleicht die gröſste Zahl derſelben kleine Lokalgletſcher barg.

Unſere Erwartungen ſind denn auch nicht getäuſcht worden, als wir ſelbſt vor kurzem den Fuſs in die Berge ſetzten, um nach den zurückgebliebenen Spuren einer ehemaligen Vereiſung der Thalcirken zu fahnden. In Begleitung unſeres gletſcherkundigen Freundes Fr. Bayberger durchſuchten wir die oberen Gründe des Rottachthales, das vom Tegernſee in ſüdöſtlicher Richtung verlaufend ſich bis zu den zerhackten Graten des Riſſerkogels (1839 m) emporzieht, in welchem der kurze, aber cirkusreiche Dolomitzug (4 Cirken gegen Norden, 2 gegen Süden) zwiſchen Weiſsach und Rottach kulminirt. Das Sammelbaſſin der Rottach, das bedeutendſte unter allen, miſst von Kamm zu Kamm 2 km an Breite, liegt ungefähr 200 m unter der Höhe der Rückwand und iſt bis zur Vereinigung mit der weiſsen Falep 4 km lang. In etwa 1200 m Höhe hat der alte Gletſcher dieſes Thales ſeine unterſten Moränen mit maſſenhaft

[1]) Gletſcher und Fluſsſchutt als Gegenſtand wiſſenſchaftlicher Unterſuchung. Mittheilungen der k. k. geogr. Geſellſchaft in Wien. 1875. IV. S. 328.

[2]) Bemerkungen über den alten Gletſcher des Traunthales. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanſtalt in Wien. 1868. XVIII. S. 288.

gekritztem Geſchiebe in Lehm, Blockwerk etc. abgelagert, und dieſe mitunter an 20 m mächtigen eiszeitlichen Reſiduen laſſen ſich bis 1400 m verfolgen, dann bedeckt den Boden maſſenhafter Verwitterungsſchutt, der den oberen Muſchelkeuperſchichten entſtammt, die den Cirkus durchſetzen. Die beiden faſt waſſerleeren, flachen Röthenſteinſeen (Taf. II, Fig. 6) ſind in ihn gebettet. Den Ausgang des Thales hat der Gletſcher nicht mehr zu erreichen vermocht, er iſt nach einer größten Entwickelung von 3 km Länge wieder zurückgegangen. Der Gletſcherſchliff oberhalb der Rottachfälle gehört alſo nicht einem Lokalgletſcher, ſondern einem Ableger des Inngletſchers an, der von der Falep zum Tegernſee abfloſs.[1])

Nicht minder deutlich erhalten ſind die Gletſcherſpuren des Aubachthales, das mit dem mehrerwähnten groſsartigen Felsamphitheater an der Rothen Wand abſchlieſst und einſt drei Seen geborgen hat. Dort hat ein kleiner Gebirgsbach an der Unterſteilenalp (Taf. II, Fig. 14) eine vortreffliche Grundmoräne mit faſt durchweg gekritztem und gutgerolltem Material von Hauptdolomit, Dachſtein- und Liaskalk entblöſst. Von dieſer Stelle angefangen, macht ſich in immer ſteigendem Grade eine Ueberſchüttung des alten Gletſcherbodens mit groſsem Blockwerk bemerkbar, die ihre größte, geradezu erſtaunliche Entwickelung an der linken Uferſeite und am unteren Ende des Soinſees erfährt. Die ſteilen Wände des rechten Ufers geſtatteten ſolche Trümmerablagerungen nicht, dagegen treten ſie namentlich zwiſchen dem Soin- und mittleren Becken wieder in groſser Mächtigkeit auf, während ſich das Phänomen in der Richtung der Groſsſtieſenthalalp zum Hintergrunde des Cirkus verliert.

Ueberblickt man die nicht blockarmen Gehänge dieſes Thales, beobachtet man ferner, daſs ſolche abgebröckelte Geſteinfragmente ſelbſt die Moospolſter der eingefüllten Seen decken, ſo überzeugt man ſich bald von der Intenſität der atmoſphäriſchen Verwitterung in dieſer Region. Ueberdies unterſcheidet ſich die Beſchaffenheit des vorliegenden Trümmerwerks, unter dem ſich Blöcke von mehreren Kubikmetern Volumen finden, nicht merklich von dem jüngſten Bruchſchutt, und nirgends finden ſich Blocklehm und feinere Sande als Füllmaterial zwiſchen den weiten Klüften der kantigen Blöcke. Ja man wird ſchlieſslich ſelbſt die Mächtigkeit des Lagers als Beweis gegen ſeinen glacialen Urſprung ins Feld führen können, denn der Lokalgletſcher, welcher das Thal erfüllte, konnte an dieſer Stelle

[1]) An dieſer Stelle möge es geſtattet ſein, auf einen weiteren Schliff an der Straſse längs des Tegernſees bei St. Quirin aufmerkſam zu machen, der bis jetzt unbeachtet geblieben iſt.

nur mehr eine Länge von $1\frac{1}{2}$ km haben. Trotzdem nehmen wir Anſtoſs, dieſes Trümmerfeld als das Produkt eines Bergrutſches oder als einfaches Verwitterungsphänomen zu betrachten. Einmal bricht das Felswerk hart an den Ufern der Seebecken ab, der Riegel zwiſchen dem unteren und mittleren See aber zeigt wieder die gleiche frappirende Anhäufung von Trümmermaſſen. Was konnte die herabgleitenden Felsſtücke veranlaſſen, ſo nahe am Beckenrande ſich aufzuthürmen und nicht den ganzen Thalraum und namentlich den See ſelbſt auszufüllen, der — was in dieſem Falle beſonders Hervorhebung verdient — kein Abdämmungs-, ſondern ein echtes Felsbecken iſt. Dann darf man wohl auf die analogen glacialen Bildungen der deutſchen Mittelgebirge hinweiſen, deren Eisſtröme von den Dimenſionen jener kleinen Lokalgletſcher, welche ſich den Cirken der eben durchſchrittenen Alpenregionen entwanden, wenig verſchieden waren, in deren Wirkungsbereich aber das Blockphänomen eine weſentliche Erſcheinung bildet.[1]) Immerhin bleibt die Möglichkeit nicht ausgeſchloſſen, daſs der Gletſcher dieſes Thales eben hier ſeine Oberflächenmoräne abgelagert hat.

In den Cirken der Brünnſtein-Traithenkette bemühten wir uns vergeblich, glaciale Spuren, ſei es in Form von Moränen oder Blockfeldern, ſei es in Geſtalt von Schliffen oder echten Felsbecken zu entdecken. Echte Grundmoränen aber verſtopfen faſt alle Ausgänge der kleinen Querthäler an der Grafenherbergalp, am Larchengraben bei Bayriſchzell und am Tatzelwurmfall, wo ſie in einer Mächtigkeit von 20—30 m lange neben dem Bette des Aubachthales bis zur Einmündung des Baumosbaches thalaufwärts ſich hinziehen (Taf. II, Fig. 14). Sie enthalten kein Urgebirgsgerölle und rechtfertigen dadurch den Schluſs auf eine Entſtehung durch lokale Gletſcher. Indes geht aus dem Vorkommen von dioritiſchem Geſtein hart an der Waſſerſcheide zwiſchen Inn und Leizach hervor, daſs ein Strang des Inngletſchers in Bifurkation mit einem anderen Seitenarme im Leizachthal geſtanden, und es iſt daher die Möglichkeit nicht ganz ausgeſchloſſen, daſs an dem Zuſtandekommen der angedeuteten Moränenreſte auch der Inngletſcher Antheil genommen hat.

Schon das Studium eines verhältniſsmäſsig beſchränkten Naturgebietes hat uns eine erhebliche Mannigfaltigkeit in der Entwickelung des Hochſeephänomens gelehrt, wo die Karte nur mehr ganz allgemeine, oft zu irrigen Schlüſſen verleitende Bilder giebt oder wohl auch ganz ſchweigt; und dieſe Erfahrung hat uns aufs neue in dem Gedanken beſtärkt, daſs nur eine Unterſuchung von Fall zu Fall Angeſichts des Naturobjektes das

1) *Partſch*, Die Gletſcher der Vorzeit. Abſchnitt: Die Vergletſcherung des Rieſengebirges. S. 51—104.

fragliche Problem endgiltig zur Löſung bringen kann. Schon unſer bisher gewonnenes Beobachtungsmaterial geſtattet aber dem Gedanken Raum zu geben, daſs für die Bildung dieſer kleinen Seen, ſoweit dieſelben echte Felsbecken ſind, nur mehr zwei Möglichkeiten offen bleiben: Einbruch oder Glacialeroſion. Die letztere wird namentlich dann als maſsgebender Faktor zu betrachten ſein müſſen, wenn gewiſſe geographiſche Verhältniſſe, ſo namentlich die ketten- oder beſſer ſtufenartige Anordnung mehrerer augenſcheinlich von einem einheitlichen Geſichtspunkte aus zu würdigende Becken, eine beſtimmte Geſetzmäſsigkeit ihrer Form- und Raumverhältniſſe die erſte Annahme ausſchlieſsen, wie beiſpielsweiſe die drei Seen unterhalb der Soiernſpitze im Karwendel (Taf. II, Fig. 9) (das unterſte Becken iſt eingefüllt), die Geisalpſeen im Algäu u. A.

Weitgehende Relationen in dieſer Hinſicht an die Erhebung der Seen über den Meeresſpiegel zu knüpfen, wird ſolange wenig werthvoll ſein, als nicht der Charakter jedes einzelnen Beckens beſtimmt iſt. Merkwürdig und überraſchend aber ſind doch die hierbei zu Tage tretenden Eigenthümlichkeiten ganzer Seengebiete. Schwankt ſchon die äuſserſte Grenze ihrer Ausbreitung zwiſchen 1100 und 2700 m, was einen Spielraum von vollen 1600 m bedeutet, ſo offenbart die ſeltſam auf- und abſteigende Kurve ihrer Höhenlage eine unverkennbare Geſetzmäſsigkeit. In den Algäuer Alpen, wo ſich die Hochſeen am dichteſten zuſammendrängen, ſteigen ſie auch am höchſten empor, eine erhebliche Anzahl liegt hier zwiſchen 2100 und 2400 m, das Becken des Partſchinthales ſogar erſt zwiſchen 2500—2700 m. Gegen Oſten hin fortſchreitend ſenkt ſich die Linie ihrer Verbreitung in der Wetterſtein und Mieminger Kette auf 1600—1800 m, welche Höhe in der Oſthälfte des Karwendelgebirges noch feſtgehalten wird. Jenſeits der Dürrach aber und in den Tegernſeer und Schlierſeer Bergen ſinkt ihre Höhengrenze auf 1300—1400 m herab, um ſich dann in der öſtlichen Hälfte des Achenſeegebietes im Durchſchnitte wieder auf 1700—1800 m zu erheben. Dann folgt eine zweite, noch energiſchere Abſenkung im Traungebirge auf 1100—1200 m, worauf eine erneute Hebung in den Königsſeer Alpen auf 1500—1650 erfolgt. Nach genauen Berechnungen ergeben ſich nun folgende Durchſchnittshöhen der einzelnen Seengebiete:

Algäuer Alpen	1854 m	Pendling	11—1200 m
Mieminger Kette	1755 m	Traungebirg	11—1200 m
Wetterſteinkette	1609 m	Weſtlicher Flügel der Königſeer Alpen . .	1760 m
Karwendel	1626 m	Steinernes Meer . . .	1583 m
Tegernſeegebiet	1412 m	Oeſtlicher Flügel . . .	1643 m
Schlierſeegebiet	1334 m		
Achenſeer Gebirg	1750 m		

Bedenkt man die Abhängigkeit einiger Gebirgsſeen von der Höhe des Plateaus (öſtl. Königsſeealpen), in das ſie gebettet ſind, erwägt man ferner die Thatſache, daſs die verhältnismäſsig niedrigen Berggebiete um den Tegern- und Schierſee und die Traun zugleich bedeutende Einſenkungen der Seehöhenlinie bezeichnen, ſo könnte man ſich verſucht fühlen, die abſolute Erhebung der Bergſeen mit gewiſſen orographiſchen Werthen (Kamm- und Paſslinie) in Beziehung zu ſetzen. Aber ſchon ein Hinweis auf die thatſächlichen Verhältniſſe im Algäu und Wetterſteingebirge zeigt die Unhaltbarkeit derſelben, da die Lechthaler Alpen trotz ihrer mittleren Kammhöhe von 2393 m[1]) gegenüber jener des Wetterſteingebirges mit 2340 m[2]) eine See-Höhe von 2100—2400 m aufweiſen, wogegen jene nur 1600 m. haben. Daſs auch weder die geologiſchen noch tektoniſchen Verhältniſſe im ganzen die Vertheilung der Seen beſtimmen, haben wir ſchon früher zu zeigen verſucht, und ebenſo ſcheiterte das Unternehmen, einen Zuſammenhang der vertikalen Verbreitung der Hochgebirgsſeen mit den meteorologiſchen Verhältniſſen ausfindig zu machen. Die Löſung dieſes Problems muſs vorerſt ausgeſetzt bleiben.

Merkwürdigerweiſe haben ſonſt entſchiedene Gegner der Glacialtheorie wie Lyell,[3]) Bonney,[4]) E. v. Mojsisovics[5]) und Viollet-Le-Duc[6]) die Aushöhlung kleiner Seen im Hochgebirge durch Eis zugeſtanden, obwohl deren Bildung von Seiten unſerer kleinen Lokalgletſcher ein vergleichsweiſe viel gröſseres Arbeitsmaſs involvirt als die Eroſion eines zwar groſsen, aber verhältnismäſsig ungleich flacheren Vorlandſees durch einen Eisſtrom von der Mächtigkeit des Inngletſchers. Nicht unbedeutend ſind denn in der That die Tiefen der echten Felsbecken, welche wir zu ſehen Gelegenheit hatten, ſie rivaliſiren hierin erfolgreich mit den auch ſonſt mehrfach verwandten Einſenkungen des Böhmerwaldes (Schwarzer See 38 m, Teufelsſee 33 m[7]), Schwarzwaldes (Titiſee 39 m, Feldſee 18 m[8]) und der Vogeſen (Weiſser See 61 m, See von Gérardmer 35 m, See von Longemer 32 m[9]),

1) *Waltenberger,* Die Rhätikonkette. 1875. S. 40.
2) *Waltenberger,* Das Wetterſtein-Miemingergebirge. 1882.
3) Students manual of geologie. 1871. S. 164.
4) Bemerkungen über den alten Gletſcher des Traunthales. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanſtalt. 1868. XVIII. S. 310.
5) Notes on the Upper Engadine and the Italian valleys of Monte Rosa, and their relation to the glacialerosion theory of lake-basins. 1874. XXX. S. 479. — Geolog. Magaz. II. Dec. vol. III. 1876. S. 377.
6) Le massif du Mont Blanc. 1876.
7) Nach *Fr. Baybergers* Meſſungen im Sommer 1883.
8) *Partſch,* a. o. O. nach ungenannter Quelle. S. 19.
9) *Ch. Grad,* Sur la formation et la constitutions des lacs des Vosges, Bull. de la soc. géol. de France. 1869. XXII. — Lacs et réservoires des Vosges, Annuaire du Club Alpin Français. 1877. IV.

ja ſie übertreffen ſie wohl noch im relativen Sinne in Anbetracht ihres ungleich geringeren Areals.

Das weſtliche Soiernbecken erreicht nach meiner Schätzung etwa 10 Meter, das öſtliche die Hälfte hiervon. Den Seeterraſſen nach zu urtheilen ſtand aber der Waſſerſpiegel ehedem ſicher 4—5 m höher, und wer bemiſst die ungeheueren Schuttmaſſen, die nun ſchon ſeit Jahrtauſenden von Gewitterregen und durch die ununterbrochen fortwirkende Denudation in dieſen verhältnismäſsig wenig umfänglichen Beckenraum geſchüttet worden ſind? Man wird kaum zu hoch greifen, wenn man die urſprüngliche Tiefe dieſes Sees auf die doppelte oder dreifache der heutigen veranſchlägt.

Dieſe Vermuthung hat ſich gelegentlich eines ſpäteren Beſuches der Cirkusſeen um den Schlierſee durchaus beſtätigt. Der herrlich gelegene Grünſee mag heute noch eine Tiefe von 15 m beſitzen, iſt aber von einem feſten Geſteinriegel umſchloſſen, der in ſeinem höchſten Punkte 20—25 m über den gegenwärtigen Waſſerſpiegel ſich erhebt. Etwa in 15 m Höhe mag die urſprüngliche Abfluſsrinne gelegen haben, was ſomit mindeſtens eine Tiefe von 30 m ergiebt. Die Gehänge des im Jurakalke liegenden Sees ſind gut begraſt, ſein Verluſt durch Zuſchüttung dürfte alſo nicht ſehr bedeutend geweſen ſein.

Die Depreſſion des Soinſees an der Rothen Wand, eines Eroſionsſees, ſchätzten wir auf etwa 10 m. Leider bietet ſich an keinem dieſer Seen Gelegenheit zu exakten Meſſungen, und die geringe Kenntnis von den Tiefenverhältniſſen derſelben wird vielfach hinderlich in den wiſſenſchaftlichen Schluſsfolgerungen. Das Wenige, was wir hiervon wiſſen, giebt der Vermuthung Raum, daſs in den bisherigen Anſchauungen die gröſsten Irrthümer mit unterlaufen; und ſelbſt wo beſtimmtere Daten vorliegen, beziehen ſie ſich naturgemäſs nur auf die jetzige Sohle des Sees und geben uns keinen Aufſchluſs über den Antheil, den die zuſchüttenden Elemente haben mögen.

Spricht man von einem ſolchen Waſſerbecken, das man bequem mit ein paar hundert Schritten umgehen kann, ſo hört man nicht ſelten die ganz verkehrte Behauptung: „Dafür iſt es aber um ſo tiefer“, ja man nennt ſelbſt Zahlen, die ins Unglaubliche gehen. „Die kleinen Tümpel, welche den Spitzingſee umgeben, ſchreibt ein im übrigen wohlorientirter und feinſinniger Naturbeobachter, liegen in ſchmalen Keſſeln und erſcheinen als Krater, die von früheren Eruptionen herrühren, und die Neptun mit ſeinen Fluthen gefüllt. Deshalb ſind ſie von ſchauerlicher Tiefe“. Ja, die kombinationsluſtige Phantaſie des Volkes ſetzt den Grünſee mit dem über 300 m tiefergelegenen Spitzingſee in Verbindung.

Von ſolch enormen Depreſſionen kann natürlich keine Rede ſein; vielmehr deuten ſelbſt die wenigen mir zu Gebote ſtehenden Beobachtungen darauf hin, daſs auch die immer noch ganz gewaltigen Tiefen der Pyrenäen- (*Lac bleu* 116 m)[1] und Tatraſeen (Groſser See 78 m, Meerauge 77 m)[2] in unſeren bayeriſchen Kalkalpen vergebens geſucht werden.

In den ſchon erwähnten kleinen Stauwäſſern der Thalcirken deckt das Waſſer eben den Boden der Mulde und daſſelbe kann auch von den kleinen Waſſeranſammlungen im Karwendelgebirge, dem Seelein im Hippenthale unterhalb der Frau Hitt, das nur ſechs Schritte breit iſt und im Sommer vertrocknet, dem Becken an der Arzler Scharte[3] und dem Bärenalpſee in der Hinterauthaler Kette behauptet werden.

Auch hinſichtlich der Gröſsenentwickelung bewegen ſich die alpinen Hochſeen in engeren Grenzen als man im Vergleiche mit jenen anderer, namentlich älterer Gebirge vermuthen ſollte. Umfängt doch der Weiſse See am Oſtfuſse des Reisberges in den Vogeſen volle 25 ha,[4] der Schwarzenſee, der gröſste der Böhmerwaldſeen, 19 ha[5], ja mehrere Gewäſſer der Hohen Tatra erreichen ein Areal von 30 ha[6], Gröſsen, die in unſeren Hochkaren ſchon wegen des beſchränkteren Bodenraumes derſelben nie vorhanden waren, wenn man auch zugeben muſs, daſs gerade in dieſen Regionen die nivellirenden Kräfte mit beſonderem Nachdruck und Erfolg an der Verkleinerung und ſchlieſslichen Vernichtung der Becken arbeiten. Die beiden unteren Seen im Schöttlkar z. B. bildeten — wie ſich aus dem Niveau der alten Seeterraſſen genau erkennen läſst, ehedem ein einheitliches Waſſerbecken von etwa 7 ha Gröſse, das ſicher eines der umfangreichſten war. Schon im diesbezüglichen Blatte der Generalſtabskarte aus dem Jahre 1825 erſcheint der See bereits in zwei Becken aufgelöſt und zur Zeit hat ſich auch bereits das öſtlichere in zwei Theile gegliedert und geht nun augenſcheinlich einem völligen Zerfalle entgegen. Das weſtliche, tiefere Becken miſst heute 3,41 ha, das öſtliche beſaſs einen Umfang von 3,44 ha. Der Taubenſee bei Köſſen, gleichfalls einer der gröſseren Hochgebirgsſeen des Gebietes, dürfte 5—6 ha

---

[1]) Nach *Dr. Pencks* gefälliger, an Ort und Stelle eingezogener authentiſcher Mittheilung.

[2]) Nach *Dziewulskis* Meſſungen. *Kolbenheyer* a. a. O.

[3]) *Trentinaglia,* Zur Hypſometrie und Orographie von Nordtirol. Zeitſchrift des Ferdinandeums für Tyrol und Vorarlberg. 1860. II. S. 13. 47.

[4]) *Ch. Grad,* Sur la formation et la constitution des lacs des Vosges, Bull. de la soc. géol. de France. 1869. XXII.

[5]) *Dr. Willkomm,* Der Böhmerwald. Prag, 1878. II.

[6]) *Kolbenheyer,* Die Hohe Tatra.

kaum überſteigen. Die meiſten ſind beträchtlich kleiner; ſo umſpannt der Grünſee 2 ha, der Schachenſee nur 0,92 ha, der obere Soiernſee 0,88 ha, der Stuibenſee 0,63 ha,[1]) viele, namentlich jene des öſtlichen Königsſeer Plateaus, der Hinterauthaler, Nordinnthaler Kette u. a. können mit wenigen Schritten umgangen werden. Daſs die Ausbreitung ihres Areals mit der Erhebung über den Meeresſpiegel abnimmt, iſt ſelbſtverſtändlich, es ſei nur an die beiden Soiernſeen im Karwendel erinnert.

Die Seen von glacialer Bildungsweiſe gehören, was Gröſse und Tiefe anlangt, zu den hervorragendſten Erſcheinungen der Cirkusſeen, doch werden ſich auch in dieſer Gruppe bei eingehenderen Forſchungen noch erhebliche Unterſchiede je nach der Länge und Mächtigkeit des Gletſchers, der Beſchaffenheit der Bodenunterlage und des Gefälls feſtſtellen laſſen.

In der Entwickelung der räumlichen Dimenſionen ſtehen den glacialen Seen unſeres Gebietes jene echten Seebecken nahe, die als durchaus ſelbſtändige Gehängeerſcheinungen figuriren und entweder keine oder doch nur ſehr entfernte Beziehungen zum Thalphänomen verrathen, wie der Grünſee oberhalb der Wurzer Hütte (Taf. II, Fig. 7), der Taubenſee bei Köſſen, der Schachen- und Stuibenſee und zahlreiche Seen im Algäu. Alle dieſer Gattung angehörigen Seen ſuchen mit Vorliebe die leicht zerſtörbaren leichten Schichten des oberen Muſchelkeupers und Liaskalkes auf, eine Bank von Hauptdolomit oder Plattenkalk legt ſich als widerſtandsfähiger Damm quer vor das untere Ende des Sees und erſcheint direkt als Urſache der Waſſeraufſtauung. v. Gümbel bezeichnet dieſe Schichten geradezu als ſeenführend[2]) und Dank ihrer iſolirten Lage dürften ſie am eheſten im Sinne dieſes ausgezeichneten Alpengeologen als Einbruchserſcheinungen aufgefaſst werden.

Welcher Anſicht man nun auch in Bezug auf die Entſtehung der Hochgebirgsſeen beipflichten mag, darüber kann kein Zweifel beſtehen, daſs ſie ſammt und ſonders ſehr jugendlichen Alters ſind. Niemanden wird es einfallen, ſie heute mit der Entſtehung des Alpengebirges ſelbſt in Zuſammenhang zu bringen, ſie ſind viel jünger. Ja, ſtammten ſie ſelbſt aus der ausgehenden Tertiärzeit, ſie müſsten unter Vorausſetzung der

[1]) Nach den Angaben des königl. bayer. Katafterbureaus.

[2]) Aus den in Taf. I, zuletzt angefügten v. Gümbels geogr. Beſchreibung der bayer. Alpen entnommenen Profilen, denen ſich noch zahlreiche andere anreihen lieſsen, tritt unverkennbar die Neigung mancher Seen, ſich an gewiſſe Formationen zu halten, zu Tage

gegenwärtigen Niederſchlagsverhältniſſe, Dank der ungeheueren Denudation der Gehänge und der ſtürmiſchen Wirkungen der Wildwäſſer, längſt ausgelöſcht und ihre Riegel durchſägt worden ſein. Sehen wir doch vor unſeren Augen den rapiden Rückgang des Waſſerſpiegels vieler ſolcher Seen — es ſei nur an jene des Schöttlkars erinnert[1]) — verkünden doch Dutzende von Berg- und Lokalnamen den unaufhaltbaren Verluſt dieſer unvergleichlichen Zierden unſerer Hochalpenwelt! Wie viele ſolch reizender Bergaugen bereits erloſchen, erkennt man am klarſten aus dem vergleichenden Studium der geologiſchen und topographiſchen Karten. Nach Dutzenden zählen die Situationen, welche zur Beherbergung von Seebecken beanlagt waren.

Sind die Seen nun nicht präglacial, wird man ſagen, ſo können ſie wohl poſtglacialen Urſprunges ſein. Dies wird auch thatſächlich von vielen, vielleicht den meiſten Hochgebirgsſeen, namentlich den Abdämmungs- und Einbruchsſeen gelten müſſen. Eine andere Gruppe von Seen aber bleibt ohne Annahme der Glacialeroſion unverſtändlich, ihre Entſtehung iſt deſshalb nur in der Eiszeit denkbar. Freilich wäre es höchſt wünſchenswerth, ein direktes Kriterium ihres nichtpoſtglacialen Urſprungs zu beſitzen, es iſt uns nicht geglückt, zweifelloſe Schrammen in einem Baſſin zu entdecken. Dagegen hat Dr. Penck in dem für Erhaltung von Gletſcherfurchen ungleich beſſer disponirten Granitbecken des *Lac bleu* noch mehrere Meter unter dem Spiegel des Sees hinab ausgezeichnete Schartung gefunden, wodurch ohne weiteres der Gedanke einer poſtglacialen Bildung des Beckens beſeitigt wird. Wir ſtehen nicht an, die betreffenden Seen unſerer Hochalpen hinſichtlich ihres Alters mit jenen des ſpaniſch-franzöſiſchen Grenzwalles in eine Linie zu ſtellen.

Selbſt der Zeitraum, innerhalb deſſen die ſeenbergenden Thalcirken geſchaffen worden ſind, kann unmöglich — geologiſch gedacht — ſehr hohe Dauer beanſprucht haben, denn gewaltig erſcheint der Betrag der Denudation, den dieſes Hochgebirge elitten hat, ſeit ſeine Ketten den Wogen der Tertiärmeere entſtiegen ſind. A. Heim[2]) ſchätzt den Betrag der Abwitterung über dem Gipfel des Tödi auf einige hundert Meter, über dem Hausſtock, dem Finſteraarhorn, dem Monte Roſa über 1000 m; über der Thallinie der Rhone im oberen Wallis und im Urſerenthal fehlen wohl über 2000 m Geſtein und

---

[1]) S. S. 242.

[2]) Ueber Eroſion im Thale der Reuſs. Jahrbuch des Schweizer Alpenklubs. 1878—1879. XIV. S. 371.

Schafhäutl[1]) ſchliefst aus dem Umſtande, daſs die Rollſtücke des Wetterſteinkalkes, der bekanntlich nahezu den ganzen Stock des Zugſpitzmaſſivs aufbaut, bis gegen die Donau hin ſich finden und gröſstentheils die Geröllдecke um die bayeriſche Hauptſtadt zuſammenſetzen, auf eine urſprünglich doppelte Höhe derſelben. Für das 1 1/2 Quadratmeilen umfaſſende Gebiet zwiſchen dem Dollmar, der Werra, Schmalkalde, Stille und Schwarza berechnete Bücking[2]) das Verhältnis zwiſchen Eroſion und Denudation und fand, daſs hier der Landverluſt durch die Denudation 21 733 Millionen cbm, der durch die Thalbildung hingegen nur 4495 Millionen cbm, alſo etwa 1/5 des erſteren, beträgt. Dr. Penck[3]) dann beſtimmte den Betrag der Denudation der Nordalpen nur innerhalb der Glacialzeit auf 36 m, wobei die Menge des durch die Flüſſe zum Meere verfrachteten Materials noch auſser Betracht bleibt. Wirft man endlich von dem ſtolzen Gipfel der Karwendelſpitze einen prüfenden Blick auf das wilde Zackenmeer des ruinengleichen Gebirges, das ſich zu den Füſsen hindehnt, und in die öden, trümmerſtarrenden Thäler und Schluchten, die vor uns gähnen, ſo drängt ſich angeſichts des oft nur wenig geneigten Schichtenbaues unwiderſtehlich der Gedanke auf, daſs die ganze kettenartige Gliederung der weitläufigen Erhebung nur ſekundärer Natur ſei, daſs ſowohl alle Längs- und Querthäler dieſes Gebietes in ihrer heutigen Daſeinsform ein erſtaunliches Werk der Eroſion und Denudation ſeien. Unter dieſem allgemeineren Geſichtspunkte erſcheinen uns die Thalcirken in ihrer gegenwärtigen Formung kurzlebige Gebilde in der Skulptur unſerer Erdoberfläche, ihre Entſtehung wird nicht weit vor die Glacialzeit gerückt werden können, wie denn nun nach derſelben in unermüdlichem Wettkampfe tauſend Kräfte geſchäftig arbeiten, die Spuren ihres Daſeins wieder zu vertilgen.

IV. Die Thal- und niedrigen Plateauſeen des Gebietes.

Unſere Kalkalpen ſind, wie wir geſehen, mit einer wahren Fülle von ſtehenden Gewäſſern ausgeſtattet. Nicht weniger als etwa 200 ſolch eigenartiger Becken ſind uns auf unſerer Wanderung durch ihre Felſenhallen begegnet, und es iſt leicht möglich, daſs das eine oder andere unſeren Blicken entgangen iſt, bis ein ſchärferes Auge es dem Dunkel der Vergeſſenheit ent-

[1]) Leonhard und Geinitz, Neues Jahrbuch für Min., Geol. und Paläont. 1867. S. 259. 260.

[2]) Gebirgsſtörungen und Eroſionserſcheinungen ſüdweſtlich vom Thüringer Walde. Jahrbuch der preuſs. geol. Landesanſtalt. 1881. S. 99.

[3]) Vergletſcherung der deutſchen Alpen. 1882. S. 330.

ziehen wird. Verlaſſen wir nun aber dieſe öden Gebirgskare und ſteigen wir wieder in die ſaftig-grünen Alpenthäler mit ihren wohnlichen Stätten und ihrem heiteren Menſchenleben.

Kleine Seen fehlen hier nirgends, aber ſie ſind ſeltener als im Hochgebirge — nur 75 haben wir innerhalb des Gebietes gezählt — und zumeiſt entbehren ſie des hohen äſthetiſchen Reizes, der jene in ſo ausgezeichnetem Maſse charakteriſirt. Als taube Schilfſeen erfüllen ſie einförmige Plateaus, flache Mulden deckend breiten ſie ſich hinter wüſtem Haufwerk von Felstrümmern aus, und am ſeltenſten leuchtet zwiſchen dunklem Waldesgrün in engem Thale dem Wanderer ein glitzerndes Waſſerbecken entgegen. Sie ſind oberflächliche, durch Schuttmaterial abgedämmte Seen, die wenigſten ruhen in eigentlichen Felſenbecken. Einfach wie ihre ganze äuſsere Erſcheinung iſt auch ihre Geſchichte. Indem ein Wildbach allmählich ſeinen Schuttkegel gegen die Sohle eines Thales vorſchiebt, muſs dieſes endlich abgeriegelt und der Fluſs zu einem See aufgeſtaut werden. Nirgends ſieht man dieſes beſſer als im Quellgebiet der Traun in Oberbayern.[1]) Hier ſind nicht weniger als 4 Seen durch Schuttkegel aufgeſtaut, drei von denſelben beſitzen keinen oberirdiſchen Abfluſs; aber ihnen entſtammt die Weiſse Traun, welche dem vierten als flöſsbarer Fluſs entquillt. Einem ähnlichen Abſchnürungsproceſs verdanken der Heiterwanger- und Kleinſee, zwei Dependenzen des Planſees, ihr Daſein,[2]) ferner der Obere und Mitterſee bei St. Bartholomä, die Rainthaler Seen bei Rattenberg, und viele andere.

Umgekehrt kann aber auch durch Schuttanhäufung eines Fluſſes im Hauptthale ein Nebenthal abgedämmt werden. Nach den Ausführungen Dr. Pencks,[3]) die durch eine ſpätere Lothung beſtätigt wurden,[4]) iſt der Alpſee bei Immenſtadt durch die Geſchiebe der Iller, welche deltaartig in das Nebenthal hineingebaut ſind und 30 m den gegenwärtigen Fluſsſpiegel überhöhen, aufgeſtaut worden. In derſelben Weiſe ſperrt die Saalach bei Saalfelden ein kleines Nebenthälchen derart ab, daſs dort ein kleiner Teich entſtanden iſt. Dieſelbe Entſtehungsurſache dürfte auch der Zeller See im Salzburgiſchen haben.[5])

Von den zahlreichen ſtehenden Gewäſſern der eingelagerten Plateaus gehört ein Theil zu den echten Moränenſeen. Dies gilt zunächſt von den auf der Linie des alten Iſargletſchers ge-

[1]) S. Taf. I, Fig. 12. [2]) S. Taf. IV.
[3]) Der Alpſee bei Immenſtadt. Der Touriſt. 15. Jahrgang. 1883. Nr. 2.
[4]) Die Tiefe des Alpſees von *Th. Hildenbrand.* Der Touriſt. 1883. Nr. 6.
[5]) *Dr. Penck,* Die Alpenſeen. Aus allen Welttheilen. 13. Jahrg. 1883. S. 353.

legenen Seen um Seefeld und Mittenwald, unter welch letzteren indes 3, der Barm-, Lauter- und Ferchenſee, wegen ihrer ziemlich beträchtlichen Tiefe auszunehmen ſind. Auch Bergſtürze wirken gleich Schuttkegeln, die ſich quer durchs Thal erſtrecken, ſeebildend. Die beiden Blauen Gumpen im Partnachthal verdanken ihre Exiſtenz einem derartigen Elementarereigniſſe, der Warmatsgundſee im Algäu[1]) entſtand in den dreiſsiger Jahren unſeres Jahrhunderts in derſelben Weiſe.

Zur Gruppe der Abdämmungsſeen gehören auſser den bereits erwähnten der Taubenſee bei Schwarzbachwacht, der Thum-, Liſt-, Hinterſee und das kleine Becken bei Ramsau, die niedergelegenen ſtehenden Gewäſſer um den Tegern- und Schlierſee (vergl. S. 262) und viele andere, wobei noch zu unterſuchen ſein wird, ob Glacial-, Fluſs- oder Bergſchutt das Staumaterial geliefert hat.

Eine eigenthümliche Kategorie von Thalſeen bilden jene kleinen, landſchaftlich oft reizenden Gewäſſer, die ehedem bloſse Ausbuchtungen des Hauptbaſſins bildend, in Folge der allmählichen Senkung des Seeſpiegels ſich ablöſten, nun als ſelbſtändige hydrographiſche Weſen figuriren und gleich Trabanten das Muttergewäſſer umgeben. Durch einen ſolchen Vorgang haben ſich der herrliche Frillenſee und der Untere See am Eibſee gebildet, und augenſcheinlich geht das ganze Becken, wie das unterhalb der Soiernſpitze, einer weiteren Zertheilung entgegen. Derartige Bildungen bezeichnen wir nach dem Vorgange Krümmels als „Exclaven“.[2])

Der Barmſee am Fuſse des Krottenkopfs wieder iſt das Reliktum eines einſt beträchtlichen Hochgebirgsſees, der zum gröſsten Theile durch die Sedimente der Iſar ausgefüllt worden iſt.

Nur in ſehr geringer Anzahl finden ſich innerhalb unſeres Gebietes Einbruchſeen, zu welcher Kategorie eine frühere geologiſche Anſchauung alle echten Hochſeen, *rocky-basins*, reihte. Schon Gümbel[3]) hat auf die merkwürdigen Einbruchserſcheinungen des Fernpaſſes und ſeiner unvergleichlich ſchönen Seen hingewieſen und Dr. Penck hat Zeit und Umfang derſelben näher beſtimmt.[4]) Auch der Eibſee mit ſeinen kleinen Nachbarn, dem Bader- und Roſenſee, endlich der Spitzingſee werden von den beiden genannten Geologen den Einſturzbecken zugezählt.[5])

[1]) *Giſtel*, Die ſüdweſtbayeriſche Schweiz. 1857. S. 53.
[2]) Morphologie der Meeresräume. S. 13.
[3]) Geognoſtiſche Beſchreibung des bayer. Alpengebirges und ſeines Vorlandes. 1861. S. 201.
[4]) *Penck*, Vergletſcherung der deutſchen Alpen. 1882. S. 59.
[5]) *v. Gümbel* a. a. O. S. 822. 823. *Penck* a. a. O. S. 76.

Was nun den letztgenannten See betrifft, ſo hat ein eingehendes Studium ſeiner Umgebung einige Zweifel an dieſer Anſchauung in uns wachgerufen. Wandert man nämlich durch das Joſephsthal der Paſshöhe des Spitzingſees zu, ſo überſchreitet man ein weites Trümmerfeld, das allerdings alle charakteriſtiſchen Merkmale von Einbruchserſcheinungen hat. Mit der Ueberſchreitung der Paſshöhe und der Annäherung an das Seebecken ſelbſt verlieren ſich aber dieſe Spuren immer mehr und mehr, die unmittelbare Umgebung des Sees iſt durchaus bruchfrei, er kann mithin unmöglich durch Einſturz gebildet worden ſein. Die Wahrſcheinlichkeit der Einbruchshypotheſe verringert ſich dann noch mehr, wenn man die Bedeutung des Umſtandes nicht verkennt, daſs wenige Kilometer thalabwärts noch zwei weitere, etwas kleinere echte Felsbaſſins, die nun zugeſchüttet ſind, ſich finden, und die aller Wahrſcheinlichkeit nach derſelben Urſache wie der Spitzingſee ihr Daſein verdanken. Rekonſtruiren wir nun im Geiſte die verſchwundene Rückwand zwiſchen der Brecherſpitze und dem Jägerkamme, ſo entſteht vor unſerem Auge das Bild eines cirkusähnlichen Thalabſchluſſes und in Anbetracht der Seehöhe (1075 m) auch die Möglichkeit zur Entwickelung einer Firnmulde. Die unmittelbare Umgebung des Sees iſt frei von glacialen Geſchieben, thalabwärts gegen die Falepp hin jedoch häufen ſie ſich in ſehr bedeutender Mächtigkeit an, ziemlich ſpärlich mit Urgeſtein aus dem Innthal durchſetzt. Welche Komplikationen ſich in dieſem Gebiete mit dem Ableger des Inngletſchers, der durch das Rottachthal, wo er durch Schliffe angezeigt wird, zum Tegernſee abfloſs, ſich ergeben haben, bleibt vorerſt ungelöſt.

Noch auf eine beachtenswerthe Eigenthümlichkeit in der Verbreitung der Hochgebirgsſeen möchten wir hinweiſen, ehe wir die Betrachtung über dieſelben ſchlieſsen. Eine ſehr beträchtliche Anzahl dieſer Gewäſſer bekundet nämlich die unverkennbare Neigung, ſich auf Päſſen anzuſiedeln, gleichviel ob letztere von gröſserem oder geringerem Umfange ſind. Die Seen des Krumbacher Plateaus ſind Paſsſeen, an denen vorüber der Weg aus dem Illerthal in das Fluſsgebiet des Rheins und des Lechs leitet. Auf dem Flexenpaſs, der aus den Kalkalpen zu den kryſtalliniſchen Centralmaſſiven führt, liegt der Zürſcher See. Der in märchenhafter Schönheit und Farbenpracht ſtrahlenden ſechs Fernſteinſeen iſt bereits gedacht worden.

In derſelben Weiſe ſind auch alle Uebergänge aus den bayeriſchen Alpen in das Innthal mit Seen geſchmückt; es ſei an den einſamen See auf dem Seefelder Plateau, an den Achenſee, an den Spitzingſee erinnert, nicht zu vergeſſen der kleinen

Waſſeranſammlungen, die ſich auf dem Wege von Bayeriſchzell nach Kufſtein genau auf der Höhe der Waſſerſcheide finden. Das Netz von Quer- und Längsthälern, welches ſich zwiſchen Inn und Salzach ausdehnt, birgt eine Fülle analoger Erſcheinungen. Sobald man eine Paſshöhe erreicht, begegnet man mindeſtens einem See, wie dem Walchſee zwiſchen Kufſtein und Köſſen, in einer Längsfurche zwiſchen dem Inn- und dem Chiemſeeachenthale, dem Thumſee bei Reichenhall zwiſchen Saalach und Weiſsbach, einem Quellfluſs der rothen Traun, dem Taubenſee bei Schwarzbachwacht an der Waſſerſcheide des Schwarzbach und der Ramsauer Ache; ſchwache Spuren eines ehemaligen Sees finden ſich am Hallthurmpaſs, wo ſich die Waſſer des Weiſsbaches und der Biſchofswieſer Achen theilen, eine ganze Kette von Seen endlich im Quellgebiet der weiſsen Traun bei Reut im Winkel. Neben dieſen verhältniſsmäſsig niedrig gelegenen Paſsſeen ſind noch die Seen des Steinernen Meeres, Grün-, Schwarzen- und Funtenſee und das kleine Becken an der Driſchibelalp hierher zu zählen.

Wie erklärt ſich dieſe merkwürdige Thatſache? Es iſt einleuchtend, daſs Abdämmungen von Thälern, welche Seen erzeugen, naturgemäſs örtlich beſchränkt auftreten. Sie können nur da erfolgen, wo den Abdämmungen nicht entgegengearbeitet wird. Schwerlich wird daher ein Thal abgedämmt werden, welches einen bedeutenden Fluſs beherbergt. Derſelbe wird den Damm raſch zerſtören, und ſo beſchränkt ſich denn die Abdämmung auf ſolche Thäler, in welchen die Wirkung des rinnenden Waſſers auf ein geringes reducirt iſt. Dies iſt auf Paſshöhen der Fall. Die bedeutendſten Päſſe ſind ja Thäler, welche zuſammengetroffen ſind bei ihrem Einſchneiden in das Gebirge. Am Treffpunkte iſt heute die Wirkung des flieſsenden Waſſers erſtorben, und hier kann das Thal leicht abgedämmt werden. So erklärt ſich alſo die Lage vieler Seen auf Alpenpäſſen durch den einfachen Umſtand, daſs dieſe Thalpartien unbehindert durch Schutt verriegelt werden konnten. Es knüpft ſich alſo die Seebildung an das Daſein des Paſſes, nicht aber an deſſen Entſtehung.

V. Allgemeine Reſultate.

1. Die Verbreitung der Hochgebirgsſeen in der Mittelzone der nördlichen Kalkalpen läſst eine direkte Abhängigkeit derſelben weder vom Gebirgsbau, noch von gewiſſen mit der Hebung des Gebirges im Zuſammenhang ſtehenden Bodenbewegungen, noch endlich von einer beſtimmten geologiſchen Formation erkennen. Die Hochſeen finden ſich ſowohl in den

mehr kettenartig gegliederten als auch in den plateauförmig entwickelten Theilen der Alpen, ſie gehören ſowohl dem Jura wie dem Dolomit und Dachſteinkalke an. Nur inſofern iſt der Einfluſs der petrographiſchen Beſchaffenheit des Bodenmaterials unverkennbar, als zur Verkarſtung neigende Formationen mit ihren Zerklüftungen, Einbrüchen und dem unterirdiſchen Drainirungsſyſtem entſchieden geringere Beanlagung zur Entwickelung des Seephänomens bekunden als Jura und Lias und die älteren Geſteine der Centralalpen.

2. Die Hochgebirgsſeen treten in zwei typiſchen Formen auf, ſie ſind entweder Cirkus- oder Thalſeen.

3. Die ausſchlieſslich durch die Arbeit des flieſsenden Waſſers geſchaffenen Trichtercirken ſind meiſtens ſeenlos, ſelten durch kleine, flache, vom Fluſsſchutte abgedämmte Stauwäſſer erfüllt.

4. Auch Bruch- und Glacialſchutt wirkt unter Umſtänden in Cirken ſeenbildend.

5. Eine von den angedeuteten Gebilden durchaus verſchiedene Kategorie bilden jene echten Felſenbecken (*rocky-baſins*), die, meiſt von bemerkenswerther Gröſse und Tiefe, etappenartig übereinander oder reihenartig hintereinander gelagert, die Cirken erfüllen und nach ihrem Verhalten zum anſtehenden Geſtein als Eroſionsbecken zu bezeichnen ſind. Sie finden ſich nur in den charakteriſtiſchen Botnercirken, die Spuren einſtiger Vergletſcherung aufweiſen. Da jeder Gedanke, die Entſtehung dieſer Becken mit der Thätigkeit des flieſsenden Waſſers in Verbindung zu bringen, als unhaltbar abzulehnen iſt, ſo muſs ein genetiſcher Zuſammenhang zwiſchen denſelben und ihrer ehemaligen Eiserfüllung geſucht werden. Die Seenbecken markiren die der Glacialeroſion am leichteſten zugänglichen Thalſtrecken und die Stationen des rückſchreitenden Gletſchers.

6. Andere Felsbaſſins figuriren als durchaus ſelbſtändige Gehängeerſcheinungen des Gebirges. Sie laſſen keine Beziehung zum Glacialphänomen, wohl aber eine gewiſſe Abhängigkeit von der Verbreitung leicht zerſtörbarer Geſteinsſchichten erkennen; es ſind Einbruchsſeen.

7. Die Thal- und niedrigen Plateauſeen des Gebietes verdanken in ihrer weit überwiegenden Mehrzahl gewiſſen pathologiſchen Erſcheinungen ihr Daſein, ſie ſind gröſstentheils Abdämmungsgebilde. Andere ſind Exclaven oder Reſiduen gröſserer Becken, eine letzte Gruppe endlich gehört den Einbruchserſcheinungen an.

8. Die Hochgebirgsſeen ſind von jugendlichem Alter, viele ſind poſtglacialen, die älteſten glacialen Urſprunges.

9. Gleich den Hochſeen ſind auch die ſie bergenden Cirken

in ihrer gegenwärtigen Geſtaltung jung, ihre Bildung kann nicht lange vor der Glacialzeit ſtattgefunden haben.

10. Dieſe Erörterungen geſtatten folgende Klaſſifikation der kleinen Berg- und Thalſeen:

I. Echte Felſenbecken.
   a. Durch Glacialwirkung geſchaffene; häufig geſellig auftretend, in Botnercirken und tieferen Thalſtrecken.
   b. Einbruchsbecken, iſolirt, an Berghängen oder in niedrigeren Thalgebieten.
   c. Exclaven oder Ueberreſte gröſserer Seen.

II. Abdämmungsſeen.
   Durch Fluſs-, Glacial- und Bergſchutt bewirkt, in den Cirken und den tieferen Thalregionen.

VI. Vertheilung und Höhenlage der Seen.

Die Salzburger Alpen.[1])

A. Hochseen.

I. Oſtflügel der Königsſeer Alpen.

1.	Laubſee unterhalb des Schoſſenkopf	1500 m
2.	Regenlache an der Regenalpe	1540 m
3.	Schlungſeelein zwiſchen dem Kahlersberg und der Roſsfeldalp	1775 m

[1]) Quellen: Die bayer. und öſterr. Generalſtabskarte, Beſchreibung der Landesgrenze zwiſchen dem Königreich Bayern und Tirol mit Voralberg. 1839. *Gümbel,* Geogr. Beſchreibung des bayer. Alpengeb., *Walther,* Geogr. von Bayern, *Waltenberger,* Die Algäuer Alpen, die Rhätikonkette, ferner eine Zuſammenſtellung der Seen der deutſchen Alpen nach ihrer Höhenlage, Gröſse etc. von Herrn Oberamtsrichter *v. Nibler,* im Manuſkripte hinterlegt in der Bibliothek der Münchener Alpenvereins-Sektion. *Trentinaglia,* Zur Hypſometrie und Orographie von Nordtirol. II. S. 43. 47. Zeitſchrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. 1860. — Eine abſolute Vollſtändigkeit in der Zuſammenſtellung der Hochſeen zu erzielen, iſt vorerſt leider noch ganz unmöglich. Die aus den zwanziger und dreiſsiger Jahren unſeres Jahrhunderts ſtammenden Generalſtabskarten (M. 1:50 000) ſind in dieſer Beziehung ſo ungenügend, daſs allein im Bereiche der bayeriſch-tiroliſchen Grenze, wie eine Vergleichung mit der amtlichen Aufnahme derſelben ergiebt, nicht weniger als 110 Becken ganz unberückſichtigt geblieben ſind, und auch in den mehr nördlich gelegenen Bergzonen ſcheint die gleiche Flüchtigkeit in den Terrainaufnahmen obwaltet zu haben. Die zahlreichen Thalcirken zwiſchen Schlierſee und Bayeriſchzell enthalten faſt alle Seen, von denen die Generalſtabskarte nur einen einzigen, den Soiernſee, verzeichnet. Welchen Fortſchritt hiergegen bekunden die Neubearbeitungen des Alpenvorlandes! — Die hier verzeichneten Seen ſind ſelbſtverſtändlich nicht alle Felsbecken. Welche hiervon als Abdämmungserſcheinungen auszuſcheiden ſind, iſt an der Karte allein abſolut nicht zu entſcheiden, dies muſs erſt an Ort und Stelle geprüft werden.

4. Blaue Lache in der Röt zwiſchen Hochecker und Neuhüter	1942 m
5. Zellerſee im Landthal	1461 m

II. Steinernes Meer.

6. Grünſee	1591 m
7. Schwarzenſee	1559 m
8. Funtenſee	1600 m

III. Weſtflügel der Königsſeer Alpen.

9. Seebecken an der Driſchibelalp	1732 m

IV. Wimbachthalkette.

10. Dieſsbachſee	1789 m

B. Thal- und Plateauseen des Gebietes.

1. Königsſee	603 m
2. Mitterſee	603 m
3. Oberſee	603 m
5. Weiher bei Schönbichl in d. Nähe v. Berchtesgaden	550—600 m
6. Weiher am Etzer Schloſs	600—700 m
7. Weiher in der Nähe des Lukas Schloſſes	600 m
8. Taubenſee bei Schwarzbachwacht	873 m
9. Thumſee bei Reichenhall	527 m
10. Liftſee am Fuſse des Staufen bei Reichenhall	573 m
11. Hinterſee bei Ramsau	763 m
12. See am Entenbichl bei Ramsau	700 m

Die bayeriſchen Alpen.

A. Hochseen.

I. Wetterſteingebirge.

1. Stuibenſee	1749 m
2. Schachenſee	1697 m
3.—6. 4 Becken weſtlich des Ahrenthalſattels	17—1800 m
7.—9. 3 kleine Becken an der Schartenalpe	14—1500 m

II. Mieminger Kette.

10. Seebenſee	1634 m
11. Drachenſee	1876 m

III. Karwendelgebirge.

12.—14. Die 3 unteren Soiernſeen	1573 m
15. Der obere Soiernſee	1850 m

16. See an der Vereinsalp . . . . . 1354 m
17. Telpfee öftlich vom Scharfreiter . . . . . 1596 m
18.—22. 5 Becken in der Nähe des Telpfees . 15—1600 m
23.—25. 3 Becken am Lerchkogel, Hochleger weftlich des Telpjochs . . . . . 15—1600 m
26.—32. 7 kleine Becken an der Grasmülleralp weftlich der Dürrach . . . . . 15—1600 m
33.—34. 2 Becken am Demel Hochleger . . . 17—1800 m
35. 1 Becken am Gruft- oder Rothenwandbach am Demeljoch . . . . . 17—1800 m
36. 1 kleines Becken unter dem Bärenalpel . . 17—1800 m
37. 1 Becken im Hippenthal unter der Frau Hütt —
38. 1 Becken am Eingange in die Arzler Scharte —

IV. Efterngebirge.

39. Wildfee am Fufse des Walgauer Eck . . . —
40. Becken am Vorder-Efterberg . . . . . —
41.—42. 2 Becken an der Gabersgrube nordweftl. von Walgau . . . . . —

V. Tegernfeer Berge zwifchen Rottach und Ifar.

43.—44. Die beiden Rötenfteinfeen . . . . . —
45.—47. 3 Becken an der Trausnitzalpe in der Nähe des Foldeppbaches . . . . . 13—1400 m
48.—54. 7 kleine Becken weftlich der Ritzelberger Alp am Schinder . . . . . 14—1500 m
55. 1. Becken nächft dem Sattelkopf . . . . 13—1400 m
56. 2. Becken nächft dem Sattelkopf . . . . 14—1500 m
57.—60. 4 Becken fudlich und öftlich der Wildalp 14—1500 m
61.—64. 4 Becken weftlich der Blauberg- und Plattenalp am Schildenftein . . . . . 14—1500 m
65.—70. 6 Becken am Reitberg . . . . . 14—1500 m
71.—72. 2 Becken zwifchen Pittenbach und Strobelalp (Reitberg) . . . . . 13—1400 m

VI. Schlierfeer Berge.

a. Oftflügel zwifchen Spitzingfee und Leizach.

73.—74. 2 Becken an der Benzinger und Geitauer Alp . . . . . —
75. Spitzingfee . . . . . 1075 m
76. Soinfee an der Rothen Wand . . . . 1540 m

b. Weftflügel zwifchen Rottach und Spitzingfee.

77. Grünfee . . . . . 1392 m

VII. Leizachgebirge
zwiſchen Leizach und Inn.

78. Soinſee am Wendelſtein . . . . . 1754 m
79. Soienſee bei Oberaudorf . . . . . —
80. Becken an der Sägalp am Unterberger Joch —

VIII. Oeſtliches Achenſeer Gebirge
zwiſchen Inn, Ampelsbach und Brandenberger Ache.

81. Ziereiner See . . . . . 15—1800 m
82. Gruberſee . . . . . 18—1900 m

IX. Traungebirge
zwiſchen Traun und Saalach.

83. Kleines Becken an der Ruppenalpe bei Scheffau 1100 m
84. Taubenſee bei Köſſen . . . . . 1169 m
85. Krotenſee . . . . . 1429 m
86. Falkenſee . . . . . 9—1200 m
87. Frillen- oder Ferchenſee . . . . . 9—1200 m
88. Becken öſtlich der Sandſpitze . . . . . 1200 m
89. Becken an der Rettenbacher Alp . . . . 13—1400 m

X. Pendling und Rietenberger Gebirge
zwiſchen Inn und Brandenberger Ache.

90. Becken an der Troier Lichte bei Scheffau am Achenbach . . . . . 11—1200 m

B. Thal- und Plateauseen.

I. Mittenwalder Plateau.

1. Barmſee . . . . . 936 m
2. Wagenbrechſee . . . . . 1000 m
3. Weigmannſee . . . . . 1000 m
4.—6. Die 3 Grubſeen . . . . . 1000 m
7.—9. 3 unbenannte Seen am Brunnenthal und Brenten . . . . . 1000 m
10. Tennenſee . . . . . 1000 m
11. Schmalſee . . . . . 1000 m
12. Wildenſee . . . . . 1000 m
13. Tennſee . . . . . 1000 m
14. Lutterſee . . . . . 1000 m
15. Lauterſee . . . . . 1026 m
16. Ferchenſee . . . . . 1036 m

II. Seefelder Plateau.

17. Wildſee bei Seefeld . . . . . 1176 m
18. See von Möſern . . . . . 12—1300 m
19. Weidachſee am Weſtabhange der Ahrnplatte 1150 m

III. Grainauer Plateau.

20. Eibſee . . . . . 959 m
21. Unterſee, Exklave des Eibſees . . . . . 959 m
22. Frillenſee . . . . . 959 m
23. Baderſee . . . . . 830 m
24. Roſenſee . . . . . (?) 760 m

IV. Partnachthal im Wetterſteingebirge.

25. Obere Blaue Gumpe . . . . . 1174 m
26. Untere Blaue Gumpe . . . . . 1118 m

V. Pendling und Rietenberger Thalſeen.

27. Thierſee bei Kufſtein . . . . . 622 m
28. Hechtſee . . . . . 533 m
29.—30. Die zwei Stockerſeen zwiſchen Bayeriſchzell und Landl . . . . . 750—800 m
31. Egelſee . . . . . 750—800 m
32. Langſee . . . . . 750—800 m
33. Maria Steiner See bei Kirchbichl . . . . 750—800 m
34. Pfrillerſee . . . . . 750—800 m
35.—37. Die 3 Rainthaler Seen bei Rattenberg . 568 m

VI. Kaiſergebirge.

38. Hinterſteiner See . . . . . 927 m
39. Walchſee . . . . . 673 m

VII. Traungebirge.

40. Weitſee . . . . . 813 m
41. Mitterſee . . . . . 750—800 m
42. Lödenſee . . . . . 750—800 m
43. Ferchen- oder Seehauſer See . . . . . 750—800 m
(ſämmtliche vier Quellſeen der Traun.)
Taubenſee unterhalb Seehaus . . . . . 700—750 m

VIII. Priengebirge.

44. Bärenſee bei Hohenaſchau . . . . . 617 m

IX. Tegernſeer und Schlierſeer Gebiet.

45. Becken bei Elmau . . . . . —
46. Becken bei Neuhaus . . . . . —
47. Becken im Max-Joſephsthal . . . . . —
48. Becken an der Riederalp bei Fiſchbachau . —

Die Algäuer Alpen.

A. Hochseen.

I. Krumbacher Plateau.

1. Kälbeleſee . . . . . 16—1700 m
2. Körberſee . . . . . 16—1700 m

II. Nordlechthaler Kette.

3.	Kappenalpenſee	21—2400 m
4.	Becken am groſsen Krottenkopf	2100 m
5.	Quellbecken im Sperrbachthal	2100 m
6.	Saiblingſee im Oythal	18—2100 m
7.	Becken im Berggründelethal am Fuſse des Hochvogel	2100 m
8.	Becken im Schwarzwaſſerthal	12—1500 m
9.	Wildſee	18—2100 m
10.	Kirchdachſee	2100 m
11.	Peterſee	2260 m
12.	Traualpſee	15—1800 m
13.	Seealpſee bei Oberſtdorf	1625 m
14.	Erzgunderſee am Daumen	18—2100 m
15.	Laufbichlerſee	1313 m
16.	Oberer Geiſsalpſee	1689 m
17.	Unterer Geiſsalpſee	1188 m
18.	Daumenſee	2281 m
19.	Becken an der Lahnerſpitze	—
20.	Becken am Fuſse des Hinterbergs	10—1100 m
21.—23.	3 Becken an der Hirſchfengalp	16—1700 m
24.	Becken weſtlich vom Kälberkar	12—1300 m
25.—29.	5 kleine Becken an der Kofelhütte öſtlich vom Säuling	14—1500 m
30.	Becken am Schwangauer Gitter	11—1200 m
31.	Becken an der Zereralp	1200 m
32.	Becken am Kuhgundkopf	14—1500 m
33.—35.	3 Becken im oberen Stuiben	14—1700 m
36.	Becken am Pontan	—
37.—38.	2 kleine Becken weſtlich der Schwarzwaſſeralp	14—1700 m
39.—40.	2 Becken unter der Schänzleſpitz	14—1700 m
41.	Becken am Fuſse der Fuchskarſpitze öſtlich des Hochvogels	—
42.—43.	2 Becken an der oberen Roſsgumpen	—
44.—48.	5 Seen im Schänzli	18—1900 m
49.—50.	2 kleine Becken an der Haldenwanghütte öſterreichiſcherſeits	18—1900 m
51.	1 Becken daſelbſt bayeriſcherſeits	18—1900 m
52—54.	3 Becken unterhalb des Haldenwangkopf	19—2000 m
55.	Becken auf dem Fiderer	20—2100 m
56.—57.	2 Becken unter dem Söllerkopf	1700 m
58.	Becken an der Hochruhbachalp	14—1500 m
59.—60.	2 Becken am oberen Hirſchgund	14—1500 m
61.	Becken im Benkenmoos	15—1600 m
62.	Becken an der Falkenalpe	—

63.—68.	6 kleine Becken (Reſiduen eines gröſseren Sees) „in den Möſern“	1200 m
69.	Schwarzenſee	1000 m
70.	Becken in der Haſenreute	—

III. Walſerthalkette
zwiſchen Breitach und Stillach.

71.	Becken des Berganter Tobels am Widderſtein	21—2400 m
72.—74.	3 Becken an der Schlapolterſpitze oder dem Fellhorn	1544 m
75.	Warmatsgundſee	1138 m
76.	Sünſer Jochſee	18—2100 m

IV. Südlechthaler Alpen
zwiſchen Kloſter-, Stanzer-, Oberinn- und Lechthal.

77.	Formarinſee nächſt der Lechquelle	1808 m
78	Spullerſee am Schafberg	1793 m
79.—80.	2 Becken am Nordabhange der Goppenſpitze	2200 m
81.	Zürſcher See nördlich vom Flexenpaſs . .	2138 m
82.	Becken an der Vorderſeeſpitz	2200 m
83.	Becken am Oſtabhange der Parſeyerſpitze .	2400 m
84.	Becken des Roſsbachthals	2400 m
85.	Guffelſee an der hinteren Guffelſpitze . . .	2020 m
86.	Becken des Partſchinthales	25—2700 m
87.	Oedſee im Edelbachthale	1670 m

B. Thalseen.

1.	Vilsalpſee	1150 m
2.	Haldenſee	900—1000 m
3.	Chriſtlesſee	927 m
4.—5.	Die beiden Faulenbachſeen bei Füſsen .	600—800 m
	Seebecken bei Oberdorf	900 m
6.	Freiberger See	941 m
7.	Alpſee bei Immenſtadt	718 m
8.	Kleinſee bei Immenſtadt	710 m
9.	Alpſee bei Hohenſchwangau	—
10.	Mitterſee	1079 m
11.	Blindſee	1099 m
12.	Weiſsenſee	1079 m
13.	Krumſee — Seen des Fernpaſſes . .	950—1000 m
14.	Sameranger See	950—1000 m
15.	Fernſteinſee	930 m

Hochſeen: 187. Thal- und Plateauſeen: 75. Summa: 262.

Druck von Alexander Wiede in Leipzig.